



XXI

2002
ЖИЗНИ И БИВИИ







7

Химия и жизнь—XXI век

2002

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

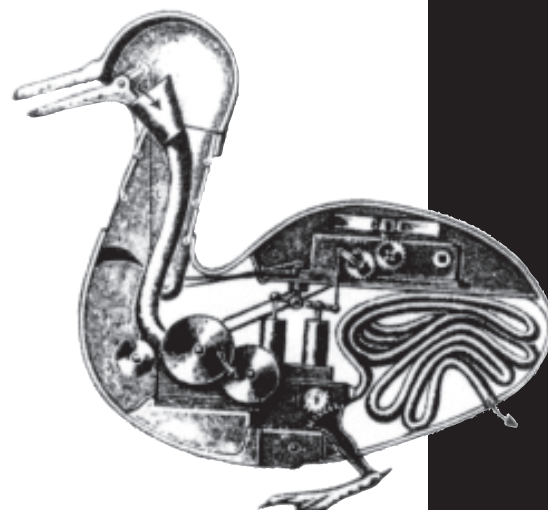
*Жизнь — вечный труд:
даже глупость
и то надо «сделать».*

Станислав Ежи Лец



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Кремний в биосфере»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
иллюстрация художника XVI века из книги «Solendor
solis». Человек, упоенный собственным могуществом
и знаниями, подчас забывает, что сам он — часть
живой природы и подчиняется ее законам. Об этом
читайте в статье «На мутациях без тормозов»*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н.Стрельникова

Главный художник

А.В.Астрин

Ответственный секретарь

Н.Д.Соколов

Зав. редакцией

Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,

Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,

В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,

Е.В.Клещенко, С.М.Комаров,

М.Б.Литвинов, О.В.Рындина,

В.К.Черникова

Производство

Т.М.Макарова

Служба информации

В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука

Т.Б.Пичугина, Н.В.Коханович

textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 25.06.2002

Допечатный процесс ООО «Марк Принт

энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47

Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

[http://www.chem.msu.ru:8081/rus/journals/](http://www.chem.msu.ru:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html)

[chemlife/welcome.html;](http://www.hij.ru)

[http://www.hij.ru;](http://www.hij.ru)

<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка

на «Химию и жизнь — XXI век»

обязательна.

Подписные индексы:

в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232

(рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)

в Объединенном каталоге

«Вся пресса» — 88763 и 88764

(рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

© Издательство

научно-популярной литературы

«Химия и жизнь»

При поддержке
 Института «Открытое общество»
 (Фонд Сороса). Россия



Спонсор
 журнала
 фирма
 ChemBridge Corporation



14

Врачи, а теперь и общество ждут многого от трансплантации стволовых клеток. Это будет прорыв в медицине, но прежде нужно разобраться, что могут и чего не могут стволовые клетки.

Видимо, надо быть готовыми к тому, что рано или поздно клонированные дети будут жить рядом с нами, как сегодня живут ставшие взрослыми «дети из пробирки».

Химия и жизнь — XXI век

20



ИНФОРМНАУКА

ИСТОЧНИК ТЕПЛА ВНУТРИ ЗЕМЛИ – ТРЕНИЕ	4
БАКТЕРИИ ДЕЛАЮТ ЗОЛОТО	4
КАК БЫ ПОЖИТЬ ПОДОЛЬШЕ	5
С ЗАКРЫТЫМИ ГЛАЗАМИ МОЖНО ВИДЕТЬ	5
НЕЙРОГОРМОНЫ ВМЕСТО АНТИБИОТИКОВ	6
АИСТЫ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ	6
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ ЯЗВЕННИКА	7

ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

С.М.Алдошин	
ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕДРЕНИЯ	8

СОБЫТИЕ

ЖУРНАЛУ «ХИМИЯ И ЖИЗНЬ» ПРИСУЖДЕНА БЕЛЯЕВСКАЯ ПРЕМИЯ	11
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Л.И.Корочкин	
ДЕЛОВЫЕ СТВОЛОВЫЕ	14
М.Литвинов	
ТЕХНИКА ЛОВЛИ КЛЕТОК	18

ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Е.Сизикова	
ЕЩЕ РАЗ О КЛОНИРОВАНИИ	20
А.Кураев	
ПРАВОСЛАВНАЯ ЦЕРКОВЬ О КЛОНИРОВАНИИ	23

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

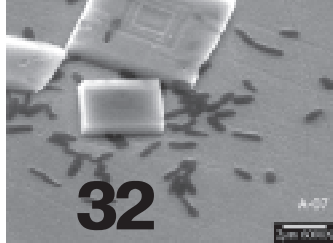
В.В.Вельков	
НА МУТАЦИЯХ БЕЗ ТОРМОЗОВ	26
Е.Н.Офицеров	
КРЕМНИЙ В БИОСФЕРЕ	32

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

А.С.Садовский	
АЛИЗАРИН МАРЕНА КРАСИЛЬНОЙ: ВЕЩЬ-НЕ-В-СЕБЕ ИЛИ ВЕЩЬ-НЕ-ДЛЯ-НАС?	36

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Комаров	
ЦВЕТЫ ИЗ НАНОТРУБОК	39



32
Куда исчезают сотни миллионов тонн кремния, приносимых реками ежегодно в озера, моря и океаны? Какие механизмы позволяют поддерживать постоянную концентрацию кремния? И так ли уж инертен и нерастворим песок, покрывающий наши пляжи?



39
Американские исследователи научились выращивать из нанотрубок цветы. Такой контролируемый рост нанотрубок в трех направлениях пригодится для создания интегральных микросхем нового поколения.

44
Он исходил и изъездил четыре континента, взбирался на снежные вершины Анд и спускался в горные шахты Урала. За подаренные ему судьбой 90 лет жизни написал 636 книг, статей, трактатов и оказал огромное влияние на просвещенные умы своего времени. Его называли Аристотелем XIX века.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Э.Г.Розанцев

РАДИКАЛЫ НА СВОБОДЕ 40

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Козо Кучицу

ВОСПИТАНИЕ ХИМИКА: ОТ СЕРДЦА К СЕРДЦУ 42

ПОРТРЕТЫ

О.А.Гомазков, П.Оэме

ВЕЛИКИЙ НЕПОСЕДА 44

ИНФОРМНАУКА

ХОЛОД — ДВИГАТЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ 49

СТОПРОЦЕНТНАЯ ДИАГНОСТИКА 49

РАССЛЕДОВАНИЕ

И.А.Леенсон

ЗАГАДКА ОКСАЛАТА, ИЛИ РЕАКЦИЯ, КОТОРОЙ ИНТЕРЕСОВАЛИСЬ ВСЕ ЗНАМЕНИТОСТИ 50

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

К.Н.Несис, О.Н.Катугин, А.В.Ратников

КТО ЭТО К НАМ ПРИПЛЫЛ ТАКОЙ МАЛЕНЬКИЙ? 54

ДОМАШНИЕ ЗАБОТЫ

И.А.Леенсон

ХОЛОДИЛЬНИКАМ ТОЖЕ ЖАРКО! 57

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Н.В.Вехов

В ВОСЬМИ ГРАДУСАХ ОТ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА 58

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Н.Никифоров

НЕЛЕТНАЯ ПОГОДА 64

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник

САМЫЙ ПЕРВЫЙ ПОДОПЫТНЫЙ ЗВЕРЬ 72

ИНФОРМАЦИЯ 10

НОВОСТИ НАУКИ 12

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 30

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72

В номере

5

ИНФОРМНАУКА

Об экспериментах российских физиологов, которые подтверждают, что альтернативное видение (то есть без помощи глаз) существует.

8

ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

Успешным опытом внедрения и продажи технологических разработок делится директор Института проблем химической физики РАН (гор. Черноголовка) С.М.Алдошин.

11

СОБЫТИЕ

О Беляевской премии, которая присуждена журналу «Химия и жизнь».

23

ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Точка зрения диакона Андрея Куракина на клонирование: «Я убежден, что любые успехи науки лишь прославляют Творца нашего разума, а не хулят его».

36

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Об ализарине и марене красивой, которые еще совсем недавно были известны миллионам советских людей, изучавших основы марксистско-ленинской философии.

42

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Профессор Университета Джосай в Сакадо Козо Кучицу на своем личном приеме прослеживает влияние японских культурных традиций на становление химика.



Источник тепла внутри Земли – трение

Внутри нашей планеты очень высокая температура, и причина этого явления до сих пор неизвестна ученым. Распространенное мнение о том, что недра Земли разогреваются радиоактивными элементами, в последнее время подвергаются сомнению. Академик Феликс Летников из Иркутского Института земной коры СО РАН выдвинул другую гипотезу, согласно которой тепло образуется во внешнем жидком ядре из-за трения его слоев.

О том, что внутри Земли находится источник тепла, свидетельствуют данные геофизики. В мантии есть зоны с низкой вязкостью, которые соответствуют расплавленному веществу. Чтобы расплавить большие массы горных пород, нужно много энергии. Где же ее взять? По современным представлениям, ядро состоит из двух частей: жидкой внешней и твердой внутренней. Огромного размера жидкое ядро начинается на глубине 2900 км и простирается на 2246 км, в нем заключен 31% всей массы Земли. Жидкое ядро стиснуто между мантией и твердым ядром, а поскольку Земля вращается вокруг своей оси, то на границе двух сред будет идти торможение и выделяться тепло, но не это основной его источник. Сверху вниз во внешнем ядре меняются давление, температура, вязкость и плотность, расслоение такой системы неизбежно. Попробуем раскрутить банку со сгущенкой, которая долго стояла. Внутри банки слой молока будет тереться друг о друга и о стенки банки. Ну а то, что процесс трения сопровождается выделением тепла, каждый знает на опыте.



Академик Летников полагает, что во внешнем ядре могут происходить тепловые взрывы из-за того, что тепло, образующееся в процессе трения слоев, не успевает уходить в верхнюю мантию. Тут важен состав внешнего ядра. Считают, что оно состоит из железа с примесью никеля и в нем много газов — водорода, серы и углерода. Во время взрыва от внешнего ядра отделяется часть газовой смеси и начинает подниматься в мантию. Это так называемые плюмы, с которыми геологи связывают большинство магматических процессов на Земле.

Газовая струя миллионы лет движется к земной коре сквозь мантию. Этот процесс отнимает у плюма тепловую энергию, и потому некоторые из них так никогда и не достигают поверхности планеты, но те, которым это удалось, вызывают разные неприятности — вулканические извержения, площадное излияние лав, землетрясения. По мнению академика Летникова, тепловые потери плюма могут восполняться за счет химических реакций с выделением тепла. В плюме много водорода, а 80% объема мантии занимает кислород, в результате образуются вода и лишнее тепло. Плюмы содержат в себе много редких элементов и газов, внедряясь в земную кору, они образуют гигантские месторождения полезных ископаемых.

Пока у Земли есть жидкое ядро, тепловой поток от него обеспечен, но геологи отмечают, что со временем глубокие магматические процессы постепенно угасают.

Бактерии делают золото

Группе российских ученых из Центрального геолого-разведочного института цветных и благородных металлов, Палеонтологического института РАН и Института микробиологии РАН под руководством кандидата геолого-минералогических наук Романа Африкановича Амосова удалось в лабораторных условиях смоделировать процесс осаждения золота, который осуществляют синезеленые водоросли (цианобактерии) в природных геотермальных источниках.

Владимир Константинович Орлеанский из Института микробиологии выращивал цианобактерии в среде с высоким содер-



жением хлорида золота (от 200–300 мг до 500 мг в миллилитре). Каждые сутки он чередовал такую среду с обычной, без солей золота. Тем самым моделировались условия пульсирующих термальных источников в местах геологических разломов. Дело в том, что в таких источниках периодически происходят выбросы горячих растворов, богатых солями благородных металлов, из глубинных слоев земной коры. Микробиолог получил замечательный результат — золото осаждалось на поверхности и внутри клеток цианобактерий.

Интересно, что процесс осаждения золота из солевого раствора идет только на свету, а в темноте прекращается. Очевидно, осаждение золота — это ранее неизвестный фотохимический процесс. По-видимому, биологические молекулы выполняют в нем роль катализаторов. Ученые продолжали выращивать синезеленые водоросли «на золоте» в течение полугода. Получившиеся колонии имели явно выраженную слоистую структуру, где нормальные участки чередовались с золотосодержащими. Спектроскопический анализ высушенных цианобактерий показал, что в них присутствует золото в виде оксида. Пока непонятно, каким образом микроорганизмы окисляют золото, ведь благородные металлы очень трудно окислить.

Довольно часто в рудах цветных металлов, бокситах, фосфоритах и других полезных ископаемых находят останки микроорганизмов. Неоднократно высказывались предположения о том, что бактерии играют роль в образовании полезных ископаемых, в том числе месторождений цветных металлов. Когда Р.А.Амосов обнаружил останки синезеленых водорослей в золоте из Воронцовского месторождения на Урале, это натолкнуло его на мысль о том, что цианобактерии могут осаждать



золото из геотермальных растворов, и привело к идее моделирования этого процесса в лаборатории.

Смена обычной среды на среду с высоким содержанием ионов золота и наоборот имитирует условия природного геотермального источника. Правда, концентрация золота в эксперименте намного превышала его концентрацию в реальном источнике. Однако не следует забывать и о том, что в природе на образование месторождений уходят десятки тысяч лет, а в эксперименте осаждение золота было получено всего за полгода.

Теперь имеются серьезные экспериментальные доказательства гипотезы о биологическом происхождении некоторых месторождений золота, по крайней мере Воронцовского. Ученые не исключают и того, что с помощью микроорганизмов можно будет получать золото из термальных источников.

Как бы пожить подольше

Лабораторным животным можно продлить жизнь, но не более чем на 30–35%, считают ученые из Института биохимической физики им. Н.М.Эммануэля РАН. А вот клетки в культуре можно сделать бессмертными, как показали исследователи из Института молекулярной биологии РАН.

«Из всех дисгармоний человеческой природы самая главная — несоответствие краткости человеческой жизни с потребностью жить гораздо дольше», — сказал русский ученый И.И.Мечников. Ученые-геронтологи всего мира бьются над тем, чтобы исправить эту дисгармонию, и кое-чего достигли. Российские геронтологи обсуждали свои проблемы на очередном совещании в НИИ биохимической физики РАН.

«Свойство биологической материи — одновременно дискретность и непрерывность в пространстве и во времени, — подчеркнул профессор А.П.Акифьев из Института общей генетики РАН. — Наследственный материал, который передается из поколения в поколение, обеспечивает непрерывность во времени. А дискретность обеспечивает смерть каждого индивида». Задача геронтологов в том, чтобы неизбежную биологическую смерть отодвинуть. Но как и на сколько?

Несмотря на успешные случаи, когда лабораторным мышам, крысам и дрозофилам успешно продлевали жизнь, у такого продления, по-видимому, есть свой физиологический предел. «Максимальное увеличение срока жизни, полученное в эксперименте, — 30–35 процентов», — говорит доктор биологических наук Л.К.Обухова из Института биохимической физики РАН. Это приближается к видовой продолжительности жизни, но не достигает ее. Считается, что видовая продолжительность жизни мышей и крыс — 3–3,5 года, а человека — 120 лет. По крайней мере, максимальный зарегистрированный рекорд долгожительства среди людей — 122 года.

Какими же средствами можно увеличить жизнь? Несмотря на многочисленные попытки западных ученых найти ген долголетия и использовать для продления жизни возможности генной инженерии, наши ученые больше надеются на антиоксиданты. Н.М.Эммануэль, имя которого носит Институт биохимической физики, — один из основателей свободнорадикальной теории старения. Среди синтетических антиоксидантов хорошо работают производные 3-оксипиридина, например мексидол, которые созданы в Институте фармакологии РАН. Природные антиоксиданты, к сожалению, действуют слабее, но они незаменимы, если организм ослаблен, например, под воздействием радиации или инфекции. Интересно, что все вещества, продляющие жизнь, сильнее действуют на менее жизнеспособную часть популяции и слабее на тех особей, которые и так живут долго.

С отдельными клетками это проще. Ученым из Института молекулярной биологии удалось получить бессмертные клетки в культуре фибробластов — клеток соединительной ткани, введя в них определенный ген. А вот с миоцитами — культурой мышечных клеток — не получилось.

Так что геронтологам предстоит еще работать и работать, чтобы претворить в жизнь свой лозунг: «Прибавить жизнь годам и годы — жизни!»



С закрытыми глазами можно видеть

В последнее время в некоторых городах России обучают так называемому альтернативному, или прямому, видению по методике В.М.Бронникова. Иными словами, людей учат видеть с закрытыми глазами. Такая возможность вызвала большие сомнения у ученых, и они взялись за исследование этого феномена. Свои результаты они оценивают как предварительные, но убеждены — альтернативное видение существует.

Обучение альтернативному зрению по методу Вячеслава Михайловича Бронникова состоит из трех этапов. Каждый этап включает 10 занятий по два часа в течение месяца. После этого люди, как здоровые, так и с нарушением зрения и даже совсем незрячие, могут читать с закрытыми глазами.

Российские физиологи под руководством академика Натальи Петровны Бехтеревой (Санкт-Петербург) обследовали семь подростков от 10 до 17 лет, прошедших обучение альтернативному видению. Некоторые завершили обучение всего несколько месяцев назад, а один из испытуемых владел этим методом уже восемь лет. Обычное зрение у этих подростков было самым разным: у кого-то нормальное, а кто-то почти ничего не видел. На лицо испытуемым накладывали черную маску, изготовленную из непрозрачной материи и закрывающую лицо от лба до губ, и предлагали прочесть текст из предложенной наблюдателем книги, брошюры или разового текста-объявления или различить буквы, цифры или знаки, которые появлялись на экране компьютера. Молодые люди охотно шли на контакт и старательно выполняли все зада-



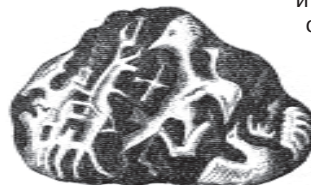
ния. Никакого доступа к маске до эксперимента они не имели, никаких отражающих поверхностей в комнате не было, расстояние до экрана компьютера составляло 120 см. Книги были самые обычные, и испытуемые читали их как обычно, а не водили пальцами по странице. Все наблюдатели сидели в трех метрах от подростков, и любой контакт между ними был невозможен. Короче говоря, условия эксперимента исключали любое мошенничество.

Чтобы видеть в черной маске, испытуемые должны были «включить» альтернативное зрение, что они и делали по просьбе экспериментаторов. В этом состоянии они свободно читали любой текст, различали все знаки, которые им показывали, ориентировались в незнакомой комнате. Чтобы разобраться, что происходит в это время в мозгу, ученые снимали у них электроэнцефалограмму в обычном состоянии и при чтении с закрытыми глазами. Оказалось, что при включении альтернативного зрения характер электрической активности мозга меняется. Она становится более высокочастотной особенно в лобных областях мозга, что свидетельствует об активной работе. По-видимому, мозг при этом перестраивается на другой режим функционирования и в этом режиме начинает использовать свои сверхвозможности.

Авторитетные российские ученые признали существование альтернативного зрения. Причем в данном случае речь идет не о феномене, то есть не об уникальных свойствах некоторых личностей, а о методе, поскольку альтернативному видению можно научить. Исследователи используют термин «прямое видение», чтобы подчеркнуть возможность видения «в обход» зрительного пути (без проекции изображения на сетчатку глаза). При этом, вероятно, клетки мозга напрямую активируются факторами внешней среды, такими, как электромагнитные волны. Есть и другая гипотеза: «Не настаивая на истинности рабочих построений, с наименьшими выходами за рамки известного, по-видимому, можно предположить также сугубо предварительно, что альтернативное зрение осуществляется с помощью кожи. Прямых доказательств этому пока нет, но есть ряд косвенных». Вот некоторые из них. В процессе развития зародыша кожа формируется из того же зачатка, что и нервная система. Те, кто овладевают альтернативным зрением, учатся сопоставлять ощущения кожи с цветом и другими свойствами предметов. В природе уже существует феномен зрения поверхностью («кожей») тела — так видят некоторые морские беспозвоночные и бабочки. И наконец, практически все люди могут на ощупь распознавать слова, цифры и изображения, и этот феномен при повторении усиливается. Исследователи предполагают,

что в процессе обучения альтернативному видению не только проявляются потенциальные свойства кожи, но и переобучается мозг, демонстрируя свои безграничные возможности. Выдвинув такую гипотезу, авторы подчеркивают, что она сугубо предварительная и очень шаткая, и рассматривают свою работу как сугубо предварительное исследование.

Нейрогормоны вместо антибиотиков



Оренбургские и челябинские ученые сделали поразительное открытие: в своих исследованиях они экспериментально установили, что нейрогормоны, выделяемые гипоталамусом, могут работать как антибиотики. Это необычное действие нейрогормонов было проверено на золотистом стафилококке.

Нейрогормоны — это особые вещества, которые играют важную роль в управлении многими функциями организма животных и человека. Клетки, которые вырабатывают нейрогормоны, разбросаны по всей нервной системе, но больше всего их сосредоточено в гипоталамусе, образовании головного мозга. Гипоталамус можно сравнить с диспетчером, который заведует работой многих органов и управляет ими через нервные импульсы и нейрогормоны, которые сам же выделяет в кровотоки.

А могут ли эти самые нейрогормоны влиять и на клетки микроорганизмов, среди которых есть много болезнетворных? Чтобы проверить это предположение, ученые из Оренбургской медицинской академии совместно с исследователями из Южно-Уральского научного центра РАМН (Челябинск) заразили лабораторных крыс золотистыми стафилококками. Эти бактерии вызывают у человека самые разные заболевания: дыхательных путей (риниты, бронхиты, пневмонии и т.д.), мочеполовой сферы (уретриты, циститы, пиелонефриты). Врачи даже предполагают, что стафилококки играют не последнюю роль в развитии болезней сердечно-сосудистой системы, например ревматизма эндокардита, миокардита, многих расстройств желудочно-кишечного тракта.

«Чтобы детально разобраться, как работают нейрогормоны во время микробной инфекции, мы использовали два вида стафилококков, которые различались устойчивостью к иммунитету крыс. Грубо говоря, мы взяли «сильные» и «слабые» бактерии, — комментирует Александр

Абрамович Стадников, профессор Оренбургской медицинской академии. — Оказалось, что, если крысу заразить слабыми стафилококками, у нее начинают вырабатываться нейрогормоны; сильные же микробы, наоборот, подавляют их синтез».

Что же происходит при взаимодействии нейрогормона и микробной клетки? Ответить на этот вопрос помогли тончайшие методы исследования: электронная и атомно-силовая микроскопии. С их помощью ученые смогли посмотреть, как меняется структура клеток микробов и тканей лабораторных животных. Например, при добавлении окситоцина, одного из нейрогормонов, к стафилококкам нарушалась структура их клеточной стенки и внутреннего содержимого. Иными словами, окситоцин вел себя как настоящий антибиотик.

«Мы получили действительно поразительный результат, — говорит Александр Абрамович. — Нам удалось обнаружить новое свойство давно известных веществ — нейрогормонов. Наша находка, возможно, даст начало новому направлению в терапии инфекционных заболеваний с помощью естественных и искусственных нейрогормонов».



АИСТЫ для мобильной связи

Сколько всего ретрансляторов для мобильной связи нужно Москве и области? Всего три — утверждают московские ученые. Только поместить эти ретрансляторы надо на планерах, которые будут кружить над землей на высоте более 10 км.

Московские ученые предлагают размещать ретрансляторы для теле- и радиопередач и мобильной связи не на вышках, а на планерах. Если поднять такие планеры на прочных кевларовых тросах в небо на высоту 10–15 км, то для устойчивой связи Москве и области понадобится всего три ретранслятора.

Идея запустить планеры с ретрансляторами в небо, как воздушных змеев, принадлежит коллективу ученых из Научно-технического центра полезных нагрузок космических объектов при Мос-



ковском государственном авиационном институте. Именно они разработали проект АИСТа — аэродинамической интегральной системы телекоммуникаций.

Чтобы такая «птичка» устойчиво парила над землей, ученые тщательно вывели ее аэродинамические характеристики. Внешне это биплан с размахом крыльев в 28 м. При скорости ветра около 16 м/с, а это, как выяснили ученые, средняя скорость на высоте 10–20 км, планер может нести около 200 кг полезной нагрузки при собственном весе до полутора тонн. В небо АИСТ запускают как обычного воздушного змея, только очень большого, а для разгона используют грузовик с лебедкой и тросом. Когда планер набирает необходимую высоту, трос закрепляют, а дальше аппарат управляет бортовой компьютер, удерживая его в воздухе при изменении силы и направления ветра. Если же планер нужно будет посадить на землю или вдруг трос оборвется — следует учесть все возможности, — компьютер установит элероны в такое положение, чтобы АИСТ плавно, по спирали опустился на заданную площадку. Кстати, приземлением можно будет управлять и вручную, по радио.

Есть у планера и пропеллер. Это важнейший элемент ветросиловой установки, которая обеспечит весь комплекс: и ретранслятор, и компьютер — необходимой электроэнергией. Но на всякий случай есть и бензиновый двигатель — он поможет посадить аппарат в случае обрыва троса.

По мнению руководителя проекта, профессора МАИ Геннадия Малышева, система АИСТов гораздо дешевле, чем привычные телебашни, вышки или спутниковые системы связи. При этом зона устойчивого сигнала, передаваемого с планера, гораздо больше, чем для обычной вышки, а размещать АИСТы можно почти где угодно и в какой угодно последовательности. Ведь все, что нужно, — это площадка величиной в половину футбольного поля. При этом каждый ретранслятор сможет обеспечить устойчивый сигнал в радиусе до 105 км. Если же располагать ретрансляторы так, чтобы зоны их действия перекрывались, расстояние между ними на земле должно быть около 180 км.

Для чего еще можно использовать придуманных московскими авиаконструкторами АИСТов? Да для чего угодно — например, для наблюдений за наземными объектами в оптическом и ИК-диапазонах, для радиолокации, даже для транспортировки грузов. Правда, в последнем случае веревочку придется отвязать и доверить управление автопилоту — именно он приведет планер с грузом к месту назначения и посадит на землю. А можно устраивать с помощью АИСТа грандиозные световые шоу или создавать высотную подсветку.

Психологический портрет язвенника

Российские ученые выяснили, какие психологические особенности характерны для язвенников. Определить у пациента язву двенадцатиперстной кишки теперь сможет не только хирург, но и квалифицированный психолог.

Медики и психологи в один голос утверждают, что важнейшую роль в развитии язвенной болезни двенадцатиперстной кишки играют психологические особенности человека. Многие исследователи отмечают, что язвенники тревожны, агрессивны, нуждаются в тесных межличностных отношениях и тяжело переживают их разрыв. Однако большинство специалистов обращают внимание на какое-то одно качество личности пациентов, в то время как для образования язвы важен определенный их набор. Московские психологи Л.В.Бороздина и Н.Д.Былкина-Михеева, которые уже много лет изучают влияние особенностей личности на состояние здоровья, уверены, что основную роль в развитии язвенной болезни играют заниженная самооценка людей, их завышенные притязания и повышенная тревожность. Этот набор исследователи назвали «триадой риска». Они обследовали 50 человек, больных язвой двенадцатиперстной кишки, и практически у всех обнаружили «триаду риска», совершенно не характерную для здоровых людей.

Несоответствие между низкой самооценкой и большими запросами — это ситуация, когда человек сам с собой не в ладу. Он уверен, что желаемого не сможет достичь никогда, поэтому постоянно испытывает эмоциональный дискомфорт, недовольство собой, тревогу, беспокойство из-за ожидаемой неудачи при остром желании успеха. Такое эмоциональное состояние может стать хроническим, оно вызывает многочисленные физиологические изменения, ведущие прямо к развитию всяких болезней, в том числе и язвы.

Пациенты с язвой обнаружили несколько поразительных особенностей. Психологи предлагали им оценить свой ум, характер, здоровье, счастье, уверенность в себе, будущее и дать себе общую оценку. Больные оказались невысокого мнения о своем уме («Ну, куда уж мне»... «Я не академик»), жизненные перспективы рисуются им в довольно мрачном свете, на счастье они, непонятно почему, не надеются, но свое здоровье оценивают очень высоко, хотя серьезно больны. Язва для них важна гораздо меньше, чем,

например, плохие отношения с женой.

Свой характер язвенники тоже ценят. Часть больных с гордостью говорят о своей покладистости, мягкости, хотя они отмечают, что ими помыкают и никто их не ценит. Пациенты любыми средствами старались продемонстрировать свою «нормальность», «обычность». Они не хотят показать, что собой недовольны, поэтому замкнуты, соблюдают дистанцию при общении, и единственная тема, которую пациенты обсуждают свободно и эмоционально, — собственное здоровье.

Примерно половина язвенных больных переоценивает свои возможности. Так, испытуемые должны были решать задачи, уровень сложности которых они определяли сами. Здоровые люди начинали с самых простых заданий, в случае успеха повышали уровень, а после неудачи возвращались к задачам попроще. Язвенники сразу выбирают задачи, сложность которых заведомо превышает их возможности.

Неудачи они как будто не признают, не справившись с трудным заданием, просят еще более трудное. Возможно, заманивая на высокие цели, пациент хочет компенсировать невысокую самооценку. Иногда казалось, что таким образом больные хотят показать экспериментатору свою смелость. Кстати, в отличие от здоровых испытуемых, они пытаются втянуть экспериментатора в выполнение заданий, но исследователь не идет у них на поводу, подсказывать не хочет, и больные начинают раздражаться и уставать от этого занятия.

В желаниях своих язвенники заносятся высоко: если счастье, то абсолютное, если будущее, то самое лучезарное. Не важно, что эти цели явно недостижимы. Мечтать так мечтать. Идеалы здоровых людей гораздо ближе к их реальным возможностям.

Когда люди долго и упорно желают недостижимого, это портит характер. Появляются агрессивность, которую человек старается подавить, конформизм в поведении, сверхпривязанность к отдельным людям и страх их потерять. Этот стойкий набор хорошо заметен, иногда даже у подростков. Тут самое время вспомнить, что такое эмоциональное напряжение ведет к серьезным заболеваниям, и обратиться к психологу, пока не понадобится хирург.



Сергей Михайлович, как вы думаете, почему в нашей стране есть передовая наука, а передовые технологии, как правило, находятся в США, Японии или Китае?

Причина такова: чтобы довести хорошую разработку до готовой технологии, которую можно продать, нужно затратить много труда. Не всякому это под силу. Возьмем для примера историю нашего института.

В начале девяностых, при переходе к рыночной экономике, мы решили, что можно будет заработать деньги продажей результатов исследований. Как и во многих других институтах, у нас стали возникать малые предприятия во главе с нашими учеными, которые хотели попробовать свои силы. Увы, большие налоги и малые оборотные средства не позволили этим предприятиям удержаться на производстве наукоемкой продукции. Они либо закрылись, либо стали заниматься торговлей. Например, специалисты, которые пытались наладить производство взрывных наноалмазов, сейчас возглавляют компанию «Фейерверк» — это один из главных оптовиков, продающих в России китайские фейерверки.

Убедившись, что путь малых предприятий для института неэффективен, мы стали продавать лицензии и организовывать совместные предприятия. Сейчас у нас есть четыре успешных проекта. Работа над ними как раз и позволила выявить: готовых технологий, пригодных к продаже, у нас на самом деле нет.

А что есть?

Прекрасные разработки, которые могут послужить основой для создания технологии. Например, ученые под руководством профессора П.Е.Матковского создали серию технологий переработки нефтяного сырья. Одна из них — получение линейных альфа-олефинов. Это углеводороды ряда этилен, пропилен, бутен и так далее, то есть содержащие одну двойную связь. Молекулы альфа-олефинов имеют от шести до двадцати атомов углерода. Если же взять только те, в которых десять–одиннадцать атомов, то получится ценнейшее сырье для изготовления синтетических масел.

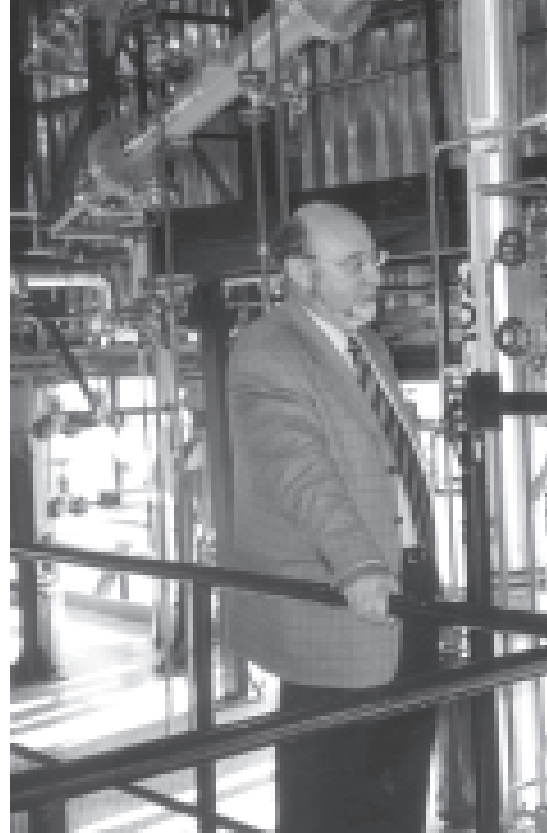
Что это за масла?

Это очень нужное и востребованное на рынке вещество — ни одна иномарка не может ездить без синтетического масла. Да и летательные аппараты, например вертолеты, тоже хорошо на него реагируют. Альфа-олефины в России делают, например, на одном из заводов Татарстана. Сырьем служит этилен, а процесс идет

Разговор о том, сколь нелегко внедрить технологию, можно услышать в любом институте.

Но в чем именно трудность и каким хитрыми путями следует идти ученому, задумавшему претворить свое детище в нечто полезное за стенами института?

Составить некоторое представление об этом можно, поговорив с тем, кто достиг успеха. В прошлом году одним из лучших менеджеров РАН был признан член Президиума РАН, директор Института проблем химической физики РАН (гор. Черноголовка), член-корреспондент РАН С.М.Алдошин. Он-то и рассказал о проблемах внедрения технологии корреспондентам «Химии и жизни» Е.В.Моргуновой и С.М.Комарову.



Технология

в реакторе длиной 2,5 км при 300 градусах и давлении в 250 атмосфер. А по нашей технологии достаточно 80 градусов, 30 атмосфер, длина же реактора не превышает 10 метров. Такое стало возможным благодаря специально созданным катализаторам.

Естественно, что столь компактная технология заинтересовала зарубежных партнеров, в данном случае немецкую компанию «Линде». И когда мы начали переговоры, выяснилось, что товарного продукта у нас, по сути, нет. Его пришлось еще четыре года доделывать вместе с коллегами из Германии.

Не могли при совместной работе уловить какие-то секреты?

Поначалу мы тоже боялись этого. Ведь наши разработчики — ученые, они не привыкли вести переговоры по поводу интеллектуальной собственности. Кстати, за рубежом ученых, как правило, в подобных переговорах и не участвует: этим занимается менеджер, которого ученый консультирует. Но при сотрудничестве по альфа-олефинам все прошло нормально: наши решения были защищены отечественными патентами, а результаты общих работ — запатентованы совместно. Правда, за финансирование работы партнеры запросили немалую цену: исключительную лицензию на использование технологии. Наверное, сейчас мы бы на такие условия не согла-

сились, но тогда, в начале 90-х, институт сидел совсем без денег.

После того как мы построили в Германии пилотную установку и провели первые испытания, «Линде» купила лицензию. Сейчас началось строительство первого завода в Саудовской Аравии, а всего таких заводов по всему миру будет шесть. После строительства каждого нового завода мы будем получать лицензионную плату. Первые начисления уже поступили. Но это произошло лишь после подписания контракта, строительства пилотной установки и 120-часовых испытаний ее работоспособности.

Это единственное, что вы делаете с олефинами?

Нет, у нас есть технология по их дальнейшей переработке. Сейчас олефины везут за границу, где делают полиолефины — полупродукт для синтетического масла, — и продают его нам же, но значительно дороже. Однако этот полупродукт можно получать непосредственно на отечественном нефтеперерабатывающем заводе. Такое дело очень выгодно, ведь есть готовый рынок масла. Увы, отечественные промышленники до недавнего времени принципиально не желали покупать отечественные технологии. И их понять можно: хочется купить что-то готовое, а не возиться годами, доводя процесс до ума. Западные же технологии имеют товар-



внедрения

ный вид, они воплощены в агрегаты, которые легко монтируются, сразу начинают работать и работают долго.

А у нас с такими агрегатами большая проблема?

Чтобы ответить на ваш вопрос, мне придется немного отвлечься от рассказа про олефины. В нашем институте создали уникальную технологию переработки бытовых и промышленных отходов, отработанных шин, низкосортных топлив путем сжигания, а в Электростали изготовили оборудование для экспериментальной установки. Суть процесса: пиролиз топлива и его последующая газификация, основные компоненты продукта — водород и угарный газ. Это уже не отходы, а отличное сырье, например, для получения электрической или тепловой энергии.

Мы долго предлагали построить такой мусоросжигательный завод некоторым нашим градоначальникам. Но увы, никто из них на наше предложение не обратил внимания. И тут вдруг правительство Финляндии заинтересовалось этой работой. Мы не могли упустить возможность порекламировать наш завод и специально заказали оборудование финской компании. Ее специалисты сделали очень хороший дизайн, завод обрел прекрасный внешний вид, и, глядя на него, многие отечественные хозяйственники наконец-то заметили нашу технологию. Правда, финское оборудование

при всей своей элегантности оказалось не столь надежным, как хотелось бы. Поэтому в будущем мы все-таки станем заказывать оборудование на отечественных предприятиях. Оно получается не таким красивым, зато крепким.

То есть это еще одна технология, которую вашему институту удалось внедрить?

В общем, да. Но и с полупродуктом для синтетического масла нам тоже удалось добиться успеха. Проблема тут такая: при переработке нефти образуются летучие

фракции легких олефинов — пропилен, бутена. Обычно их просто сжигают. А что, если синтезировать из них полиолефины с молекулами нужной длины? Именно такую технологию и разработали ученые нашего института. Поскольку никто в России не хотел строить установку, пришлось искать партнеров за рубежом. Нашли в Югославии. Небольшую пилотную установку смонтировали на нефтеперерабатывающем заводе в городе Нови Сад. Но как расплатиться? Дело было в 1997 году, когда существовало эмбарго на торговлю с Югославией. Пришлось югославам расплатиться строительством гостиницы для научного центра в Черногоровке. Во время войны 1999 года завод в Нови Саде полностью разгромили, а наша установка, как ни странно, уцелела и работает до сих пор. Там, в Югославии, мы довели технологию до товарного вида и теперь уже совместно с югославами внедряем ее в Татарстане. Тут очень помогло решение президента Минтимера Шаймиева создать в республике цикл предприятий по полной переработке нефти. Сейчас в Нижнекамске строят завод по нашей технологии, а мы продолжаем ее совершенствовать. За последний год наш институт фактически разработал и запатентовал новый высокоэффективный катализатор.

Какими, однако, сложными путями технологии попадают на рынок.

Да, и здесь имеется множество подводных камней, которые нужно учитывать. Возьмем, например, сотрудничество с Китаем. Мы там построили завод по производству пестицидов. Почему в Китае? Да потому, что наши промышленники строить его не захотели, а может быть, и в самом деле денег не нашли. Самое интересное, что завод работает отнюдь не на китайский рынок — он поставляет пестициды в Россию. Завод — совместное предприятие: наш вклад — исходные данные для строительства завода, а китайский — деньги. Завод построили, он начал давать продукцию, и тут вдруг выяснилось, что у него слишком много долгов. В общем-то ничего странного нет — большое предприятие не может окупиться за пару лет. Чтобы найти выход из положения, китайские партнеры предложили завод обанкротить. И тут мы оказались перед задачей: как отстоять наши интересы? Ведь понятно, что при банкротстве мы бы не получили ничего: оценивать вклад в виде технологии очень сложно, а материальные затраты — вот они, все зафиксированы в счетах. К счастью, за нашим институтом стоит большая структура, Российская академия наук. Благодаря ее авторитету предприятие удалось спасти: китайская сторона вложила дополнительные средства. Правда, в результате наш вклад в уставном капитале уменьшился, но мы не потеряли завод. Из этого сюжета ясно, сколь большое значение имеет четкое законодательство по интеллектуальной собственности.

Каким оно должно быть?

Суть проблемы в том, что интеллектуальная собственность, созданная за годы Советской власти, — это, пожалуй, единственный объект промышленности, который не был приватизирован. Государство хочет вовлечь ее в рыночный оборот, но делает это довольно неуклюже. Есть мнение: если научная работа хотя бы частично сделана за государственный счет, то права на изобретения по ее результатам должны принадлежать не



ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

исследователю, а государству. Если такое мнение среди руководителей страны возобладает, мы пойдем по пути, ведущему в тупик.

Почему?

Да потому, что ни одна компания не станет вкладывать деньги в интеллектуальную собственность, на которую у государства есть исключительная лицензия. Ведь сегодня разработку продадут вам, а завтра могут продать и вашему конкуренту. И здесь не надо изобретать велосипед — есть опыт европейских стран и США. Правительство США в 60—70-х годах XX века вводило государственную монополию на интеллектуальную собственность. Это привело к тому, что «государственные» изобретения практически перестали внедряться в промышленность. Ситуация коренным образом изменилась после принятия в 1980 году закона Бэя—Доула, который отменил эту государственную монополию и стимулировал передачу изобретений в промышленность, потому что заинтересовал организации-разработчики и предприятия малого бизнеса во внедрении новых технологий.

Более того, никто из разработчиков не станет тратить свое время на то, чтобы довести принадлежащую государству разработку до товарного вида. Ведь создание изобретения — отнюдь не обязанность ученого, а его право. Объявив свою монополию, государство останется один на один с еще не внедренной технологией. А наш опыт свидетельствует: без постоянного контакта с автором исследования никакой технологии не получится. Всегда приходится работать «с колес», постоянно совершенствуя процесс. Если на этом этапе разработчик отсутствует, то технология не будет работать так, как написано на бумаге, а государство будет один за другим проигрывать суды.

Но ведь государство затратило деньги на разработку, и его стремление вернуть их понятно.

Нет, продажей технологии оно денег не вернет просто потому, что не сможет довести исследование до товарного вида. По моему глубокому убеждению, интеллектуальная собственность должна принадлежать институтам, разработчик должен получать от внедрения авторское вознаграждение, а государство — налоги.

Вот пример: из денег, заработанных нами в результате работы с компанией «Линде», больше 40% ушло государству в виде налогов, около 20% мы выплатили разработчикам — авторам патента как авторское вознаграждение, еще 20% — в качестве зарплаты всем участникам проекта. Оставшиеся после уплаты налогов на зарплату деньги через фонд развития направили на поддержание институтской базы, коммуникаций и вложили в развитие новых научных направлений. В результате все остались довольны: государство с налогами, ученые не в накладе, а институт развивается.

У нас в институте есть много примеров успешного внедрения технологий в производство, и они показывают: только на бюджетные деньги высокую технологию в институтах РАН не создать. Нужно привлекать инвесторов, им должно быть выгодно вкладывать деньги в наукоемкие технологии. А инвестора требуется убедить, доказать, что разработка, созданная в нашем институте, лучше зарубежных аналогов и для нее есть место на рынке. Поэтому сейчас мы совместно с Академией народного хозяйства при Правительстве РФ и Британским советом начали создавать Центр коммерциализации научно-технических разработок. Эту инициативу одобрил и Президиум РАН. Специалистов для центра готовят АНХ и профессора оксфордского Инновационного центра. В результате появится возможность, во-первых, планомерно изучать рынок, во-вторых, выявлять из выполненных за год исследований те, результаты которых можно превратить в технологию, а в-третьих, грамотно защищать авторские права. Кстати, проверку всех завершенных работ на предмет их привлекательности для рынка имело бы смысл делать ежегодно по всем институтам системы РАН. Это позволит нашей науке зарабатывать деньги, а не просить их.



ООО «Славянская соледобывающая компания»

ПРЕДЛАГАЕТ:

Триполифосфат натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) высшего и первого сорта, изготовленный в соответствии с ГОСТ 13493-86, изм. № 1-3 собственного производства.

Применение — в производстве бытовых и технических моющих средств, для умягчения воды, для очистки стоков и т.д.

Упаковка — контейнеры разового пользования типа «Биг-Б» вместимостью 90–700 кг.

Цена — 2800 гривен за 1 стандартную тонну, включая НДС. Возможна доставка собственным подвижным составом (содовозы).

Кислоту ортофосфорную термическую H_3PO_4 , ГОСТ 10678-76 мка, сорт 2 казахского производства.

Применение — в производстве фосфорных удобрений (суперфосфата, нитроаммофоса и др.), в металлообрабатывающей промышленности (для создания защитных пленок на металлах, при шлифовке, в качестве смазки и пр.).

Транспортировка — в специальных вагонах-цистернах.
Цена — 2300 гривен за 1 стандартную тонну, включая НДС.

84110, Донецкая область, г. Славянск,
Солезаводская ул., 11.
Телефоны: (06262) 2-89-77, 2-88-07.
Факс: (06262) 2-08-15.

Журналу «Химия и жизнь» присуждена Белаяевская премия

Автор «Химии и жизни», некогда — химик (впрочем, многие считают, что химиком нельзя перестать быть), ныне видный писатель-фантаст, член оргкомитета «Интерпресскона» Святослав Логинов



Шестого мая 2002 года на ежегодном конвенте (фестивале фантастики) «Интерпресскона» в пансионате «Буревестник» под Санкт-Петербургом были вручены Белаяевские премии, которыми отмечают наиболее выдающиеся достижения в области просветительской литературы. Среди лауреатов — журнал «Химия и жизнь».

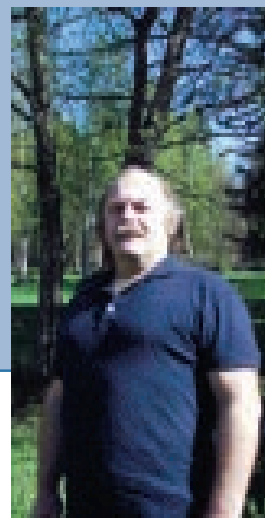
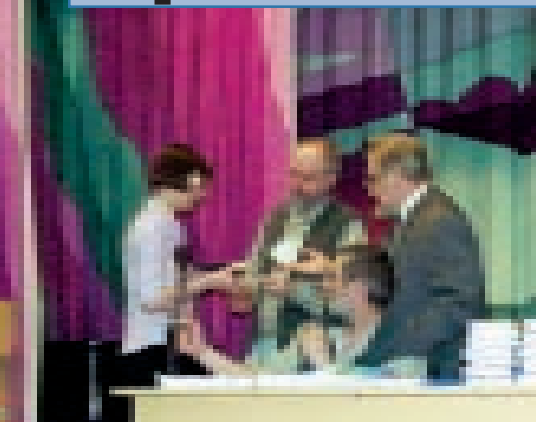


фото Е. Клещенко



Связана ли современная фантастика с наукой? Есть мнение, что уже нет: мол, научная фантастика выказывает явные симптомы упадка, с книжных лотков и из читательских сердец ее вытесняют фэнтези, философский боевик, альтернативная история с криптоисторией и другие новые жанры, которых еще в 80-х, кажется, не было и в помине. Но в то же время кто сказал, что история, без знания которой трудно получить удовольствие от той же «альтернативной истории», — не наука? Существует ли вообще ненаучная фантастика? И можно ли утверждать, что «сайнс-фикшн» себя исчерпала, когда до сих пор не все знают, есть ли отдача у сверхмощной лазерной пушки и какие проблемы ставят перед исследователями биохимия и физиология гигантских огнедышащих рептилий?..

Словом, нет ничего противоестественного в том, что писатели-фантасты и специалисты в области научно-популярной литературы вместе поехали за город и провели несколько дней в полезном и приятном общении. Нас, популяризаторов, там было сравнительно мало — гораздо меньше, чем писателей и читателей фантастики. Это если подходить формально. Но в конце концов, многие видные фантасты пришли в литературу из науки, а научно-популярные журналы регулярно печатают фантастику. Вдобавок и те и другие, когда их спрашивают о целях, которые они ставят перед собой, часто отвечают одно и то же: «Будить воображение и заставлять думать». Вполне закономерно, что единственная в России премия за достижения в области просветительской литературы возникла «под боком» у фантастов.

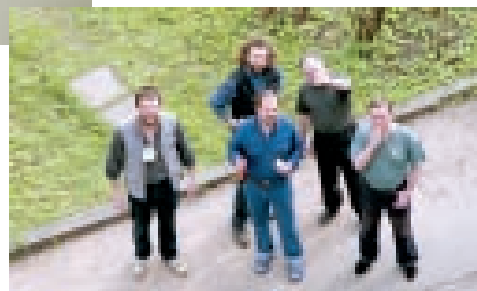
Литературная премия имени знаменитого писателя-фантаста Александра Белаяева была учреждена в 1990 году. Перво-

фото К. Гришина



Вручение Белаяевских премий. Вступительное слово говорит известный писатель и критик Андрей Балабуха

Участники «Интерпресскона». Справа налево: Дмитрий Громов и Олег Ладыженский (они же Генри Лайон Олди), Андрей Валентинов, Илья Корнев, Валерий Смолянинов



Юрий Бойко (Москва) — за научно-популярную книгу «Воздухоплавание», Михаил Ахманов (Санкт-Петербург) — за перевод книги Джеймса Глейка «Хаос. Создание новой науки», Антон Первушин (Санкт-Петербург) — за серию очерков о космонавтике, издательство «Амфора» — за книги серии «Эврика», выпущенные в 2001 году, а также журнал «Химия и жизнь» — за сохранение лучших традиций отечественных научно-популярных журналов.

Специальную премию жюри получил посмертно Виктор Шнитке (Санкт-Петербург) за перевод полного собрания «Писем» австрийского композитора Арнольда Шенберга. Премии за перевод малой формы и за критику не были присуждены никому.

Белаяевские премии будут вручаться и в следующем году. На соискание премии можно выдвинуть любое произведение, написанное и изданное на русском языке. Выдвижение соискателей прекращается 16 марта (в день рождения Александра Белаяева), а жюри заканчивает работу до 16 апреля. Правом выдвижения соискателей обладают сами авторы, издательства, редколлегии (и вообще любые СМИ), лауреаты премии прошлых лет, а также писатели, независимо от места жительства и жанровой принадлежности. Подробности можно узнать на www.rusf.ru/interpresscon.

В гостях у царя планет

«Nature», 2002, v.415,
p.985–1005

В 70-е годы космические аппараты «Пионер-10» и «Пионер-11» обнаружили, что крупнейшая планета Солнечной системы Юпитер обладает и самым сильным магнитным полем (оно примерно на порядок интенсивнее земного), и самой большой магнитосферой — областью, где магнитное поле удерживает ионизированный газ. Как и земная магнитосфера, она имеет форму параболоида, который возникает из-за обдувания ее солнечным ветром. Размеры юпитеровой магнитосферы огромны — ширина 20 солнечных диаметров, а длина в несколько раз превосходит расстояние от Земли до Солнца. Если магнитное поле нашей планеты возникает, как считают геофизики, из-за ее жидкого железного ядра, то Юпитера — из-за наличия в его сердцевине жидкого металлического водорода.

Затем изучение Юпитера продолжили «Вояджеры», а в январе 2001 года вблизи него оказались сразу два земных посланца — «Кассини-Гюйгенс» и «Галилео». И добытые ими данные позволили ученым многое узнать о происходящих в Юпитеровой магнитосфере процессах. Сразу в семи статьях астрономы из разных стран представили результаты своих последних исследований.

Магнитосфера динамична — она испытывает сжатия и расширения, и ее размер зависит от соотношения между давлением плазмы и солнечным ветром, усиливающимся во время вспышек на Солнце, когда происходит выброс из него заряженных частиц (на Земле они вызывают магнитные бури, которые сопровождаются полярными

сияниями, нарушением радиосвязи и плохим самочувствием людей). Поток движущихся от Солнца со сверхзвуковой скоростью частиц на внешней границе магнитосферы резко замедляется — его скорость падает до звуковой, и там образуется ударная волна, за фронтом которой возникает область турбулентности, или магнитный слой. А под ним расположена магнитопауза, ограничивающая относительно стабильную область. Важно, что оба научных аппарата оказались в самой гуще событий — они находились именно вблизи границы магнитосферы Юпитера как раз в тот момент, когда его достиг поток частиц от Солнца.

Самые крупные из спутников Юпитера — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто расположены внутри его магнитосферы и при своем движении выметают из нее заряженные частицы, оставляя за собой обедненные ими коридоры. В то же время вулканы на Ио обогащают ее тяжелыми ионами кислорода и серы, которые, будучи электрически нейтрализованы, способны покинуть магнитосферу. Быстрые нейтральные молекулы могут пойти навстречу солнечному ветру, из-за столкновений с ним снова ионизироваться и повернуть назад (такие явления обнаружены). Приборы регистрировали также различные электромагнитные волны, в том числе очень высокой частоты (до 14 МГц), — видимо, это синхротронное излучение от торможения релятивистских электронов (с энергией до 50 МэВ).

«Галилео», который давно уже находится в районе Юпитера (см. «Новости науки», 1999, № 2), предстоит в сентябре 2003 года закончить свою миссию входом в его плотную атмосферу. А «Кассини-Гюйгенс» под влиянием тяготения этой планеты изменил свою траекторию и направился к Сатурну, которого, согласно расчетам, достигнет в июле

2004 года. Там он должен выйти на орбиту вокруг самого большого его спутника Титана, а затем разделиться на две части — «Кассини» останется на орбите, а «Гюйгенс» опустится на его поверхность. Если все пойдет по плану, то они еще многое расскажут о таинственном мире планет-гигантов и их спутников.

Кстати, внимание ученых по-прежнему приковано к космологическим гамма-всплескам (КГВ) — потокам гамма-квантов, приходящих к нам в случайные моменты времени из разных точек небосвода и длящихся 0,1–100 с. А после них из тех же мест в течение долгого времени (дней или недель) на Землю излучаются оптические и радиоволны (см. «Новости науки», 1998, № 8). В Вудс-Холле (Массачусетс) прошла посвященная этим явлениям конференция.

Один из принципиальных вопросов, который требовал решения, — выбрасываются ли гамма-кванты направленно, то есть внутри малого телесного угла, или же равномерно во все стороны? От этого зависит оценка общего количества выделяющейся энергии. Тут достигнуто согласие: направленно, узким пучком, что дает значение энергии порядка 10^{51} эрг (а не 10^{54} эрг, как при изотропном излучении). Эта энергия соизмерима с той, что выделяется при взрыве сверхновой, однако за значительно более короткий промежуток времени; поэтому источники КГВ — самые яркие объекты во Вселенной.

Столкнувшись с газом межзвездной среды, пучок гамма-квантов вызывает в нем вторичные излучения с меньшей энергией квантов, но которые имеют больший угол распространения и длительность. Что касается дви-



жущей силы, порождающей гамма-всплески, то это какие-то очень бурные процессы, в которых еще предстоит разобраться. Сейчас для выявления и быстрой локализации источников КГВ на помощь уже действующему аппарату «ВерроSAX» запущен специальный спутник «НЕТЕ» (High Energy Transient Explorer). Ожидают, что он будет находить во двадцати таких объектов в год («Science», 2002, v.295, p.986).

ЭПР плюс СТМ

C.Durkan, M.Welland,
«Appl.Phys.Lett.», 2002,
v.80, p.458

Перенесемся из глубин космоса в микромир, где есть свои магнитные явления. Ведь электроны, ядра представляют собой квантовые волчки и обладают вращательным магнитным моментом — спином. Подобно гироскопам, они стремятся сохранить ориентацию своей оси вращения, но на нее влияет внешнее магнитное поле, которое ориентирует ее по или против поля, причем два положения отличаются по энергии. Радиоизлучением определенной (резонансной) частоты можно перебросить волчок с нижнего уровня на верхний, а поскольку на эту частоту влияет окружение атома (химический сдвиг), то по спектру поглощения можно судить и о нем.

В начале 40-х годов такие эффекты впервые исследовал академик Е.К.Завойский, который заложил основы методов ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Их теперь широко применяют для изучения структуры молекул и их взаимодействий, в медицинской томографии. Однако в ЯМР для получения спектра нужны сигналы по меньшей мере от 10^{15} ядер; чувствительность ЭПР сейчас выше — достаточно 10^{10} электронов (но он применим

неспаренные электроны, к радикалам). Понятно, что если уменьшить число требуемых для детектирования сигнала электронов, то пространственное разрешение метода ЭПР возрастет. Как же повысить его чувствительность, чтобы можно было изучать небольшие группы молекул, кластеры?

Но ведь есть зондовые микроскопы, для которых оперирование даже с одиночными атомами и молекулами — привычное дело. И вот теперь американские специалисты сумели объединить сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) и ЭПР-спектроскопию. Внешнее магнитное поле ориентирует спины электронов, и поглощение резонансного радиоизлучения влияет на величину тока, который туннелирует между иглой и поверхностью исследуемого образца. В результате можно регистрировать наличие на ней даже небольшого числа определенных молекул.

Гибрид ЭПР—СТМ, как бы «зондовая спектроскопия», стал еще одним достижением «акмехимии» — химии на острие иглы (см. «Новости науки», 2002, № 4). Конечно, многого ожидают от нее и молекулярные биологи. Возможно, с помощью зонда удастся напрямую, без всяких биохимических манипуляций с ДНК, читать последовательность нуклеотидов в ней; особенно удобно было бы таким способом секвенировать ДНК, если бы она представляла собой не перекрученную двойную спираль, а лентоподобную структуру (см. гипотезу в «Химии и жизни», 1999, № 9).

Кстати, вблизи острия зонда при освещении его лазерным лучом напряженность поля возрастает. С подобным явлением в макромире мы хорошо знакомы — с ним связано свечение концов острых предметов во

время грозы («огни святого Эльма»). Поэтому молекулы, находящиеся около острия, будут интенсивно флуоресцировать, что можно использовать для химического анализа поверхности, и такие методы уже разрабатывают. Кроме того, наши специалисты В.С.Зуев и А.В.Францессон (ФИАН и ИРЭ) предложили основывать на этом принципе элементы памяти с очень высокой плотностью хранения данных. По их идее, записывать и считывать информацию в определенном месте можно путем наведения на него иглы и подачи светового импульса («Квантовая электроника», 2001, № 2, с.125).

Лишняя пара ног

R.Galant, S.Carroll,
«Nature», 2002, v.415, p.910;
M.Ronchaugen et al., p.914

Самый сложный процесс в природе — эмбриональное развитие человека. Разобраться в нем на клеточном и молекулярном уровнях хотя бы в общих чертах — задача на XXI век. Возможно, ключом к решению этой проблемы станет изучение членистоногих — насекомых, ракообразных, пауков. Ведь они устроены более просто — из однотипных блоков-сегментов, которые несут ноги, крылья, антенны, а их эволюция похожа на игру с детским конструктором. К тому же генетика одного их представителя (дрозофилы) хорошо изучена.

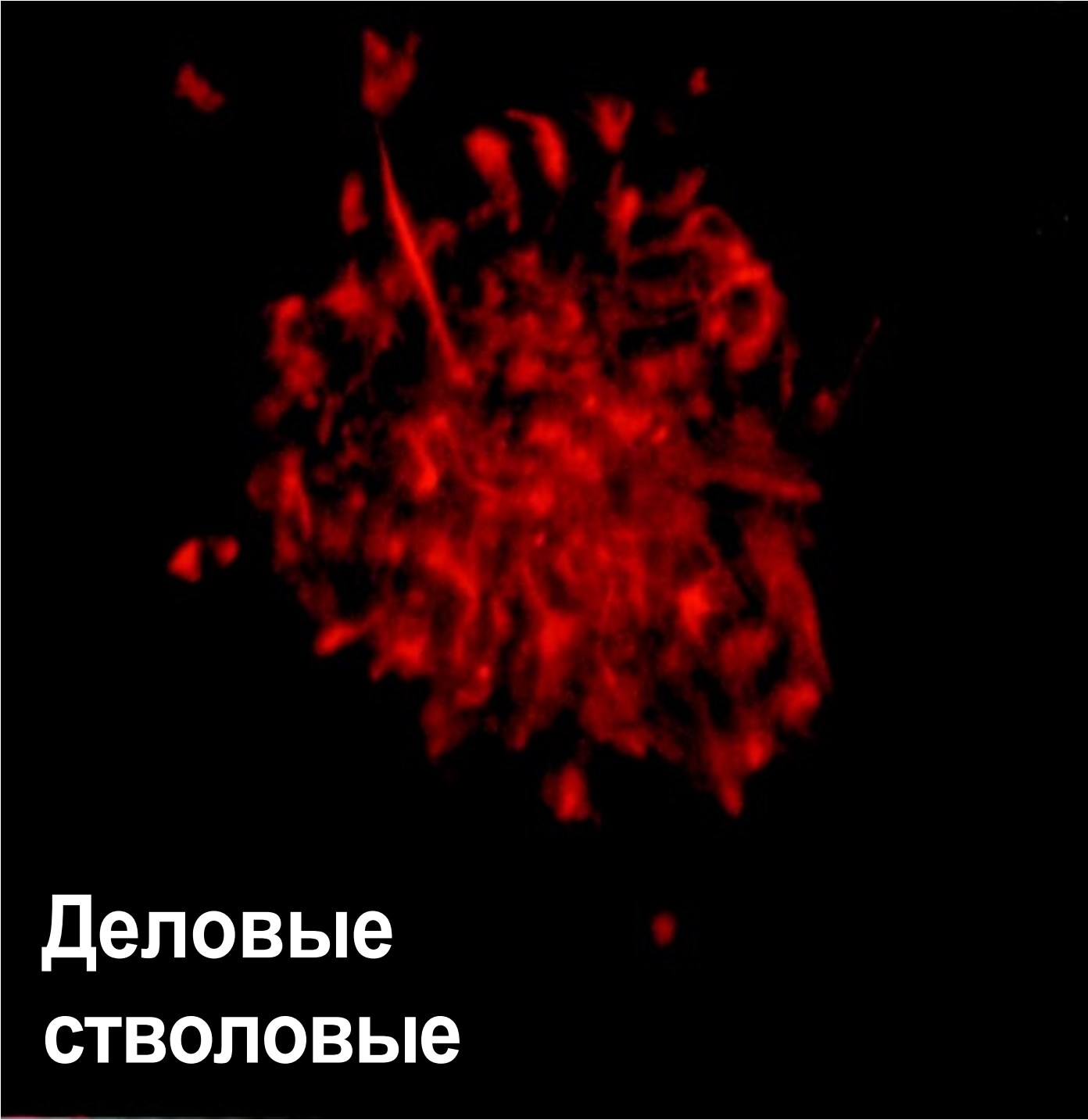
Составом и последовательностью этих сегментов в ходе эмбрионального развития заведует особый набор управляющих генов верхнего уровня, названных «гомеозисными» (термин «гомеозис» для обозначения превращения одних частей тела в другие ввел в 1894 году У.Бэтсон). Обычно они содержат консервативный участок из 180 пар оснований — гомеобокс; такие гены обозначают как *Нох*-гены. Они

собраны в кластеры и кодируют регуляторные белки, которые, связываясь с соответствующими участками ДНК, вызывают считывание комплексов других генов, иначе говоря, включают нужные программы развития. Понятно, что любые изменения в этих процессах скажутся на общем строении организма, то есть отдельные переключения на молекулярном уровне усиливаются и проявляются на макроуровне (в 1995 году работы по изучению *Нох*-генов были отмечены Нобелевской премией — см. «Новости науки», 1996, № 4—6).

Две группы американских исследователей выясняли причины, по которым у членистоногих изменяется число пар ног. Оказалось, что природа использует тут все возможности: во-первых, варьируется состав экспрессируемых *Нох*-генов; во-вторых, каждый кодируемый ими белок может менять мишень своего действия, когда мутации происходят в узнаваемых ими последовательностях нуклеотидов ДНК; и в-третьих, как недавно показано, мутируют сами *Нох*-гены.

Эту область науки, охватывающую онтогенез и филогенез, сейчас называют «evo—devo» (evolution—development). Прежде всего, хотелось бы иметь абстрактную модель развития организма — ведь давно замечена его аналогия с созидательной деятельностью мозга, когда сложный объект (скажем, компьютерная программа) сначала изображается самой общей блок-схемой, затем каждый блок дробится на более мелкие части, затем на еще более мелкие и так далее. В 60—70-е годы было много попыток создать логико-математическую теорию онтогенеза, а затем наполнить ее биологическим содержанием. Видимо, сейчас, с учетом добытых новых знаний, к ним можно было бы вернуться. Именно в разработке обобщающих, синтезирующих концепций традиционно сильна отечественная биология.

Подготовил
Л.Верховский



Деловые СТВОЛОВЫЕ

Член-корреспондент РАН
Л.И. Корочкин,
лаборатория нейрогенетики
Институт биологии гена РАН,
лаборатория молекулярной биологии
Института биологии развития РАН

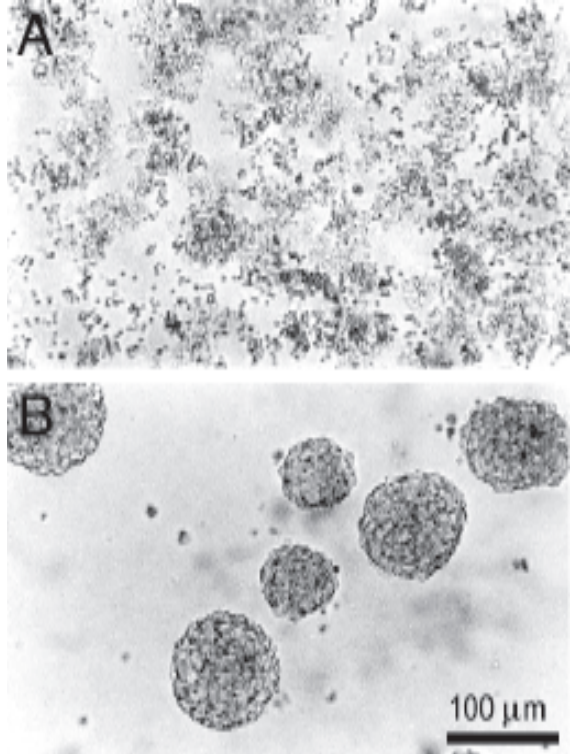
Интерес к стволовым клеткам возник потому, что появилась надежда с их помощью избавиться от разнообразных по происхождению, локализации и течению болезней, связанных с необратимым повреждением тканей и неизлечимых обычными способами. Это, например, болезнь Альцгеймера, при которой деградирует ткань мозга; диабет, вызванный порчей островков Лангерганса в поджелудочной железе; миопатия Дюшенна, при которой разрушается мышечная ткань; цирроз, связанный с перерождением печени, и множество других. Естественной реге-

нерации в этих случаях не происходит, или она недостаточна. Лечить такие болезни трансплантацией органов тоже не всегда возможно. Идеальным выходом из положения была бы пересадка клеток, способных замещать поврежденные клетки и восстанавливать испорченные органы.

Однако и этот путь не прост. Большую часть любого органа взрослого организма составляют дифференцированные клетки, структура и функция которых окончательно определились. Они не способны делиться, и пересаживать их бессмысленно: даже



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



1
Стволовые клетки эмбриона в питательной среде (А). Через 10 дней из них формируются нейросферы (В) (Препарат Р.А.Полтавцевой, Институт биологической медицины РАМН)

если иммунная система реципиента их не отторгнет, они не смогут восстановить больной орган, его нервную и кровеносную инфраструктуру.

Другое дело — клетки, способные к размножению. Они встречаются, вероятно, во всех органах. У некоторых способности к превращениям в клетки других типов и к размножению весьма ограничены, и они не могут восстановить повреждения. Однако есть и менее дифференцированные клетки с большим потенциалом развития — это выяснилось в последние годы. Их назвали стволовыми, потому что из них, как ветви из ствола дерева, получаются клетки многих других типов. На них-то и возлагают сейчас огромные надежды врачи. Предполагается, что в тех случаях, когда клетки, ткани или органы необратимо повреждены, можно будет брать стволовые клетки донора или самого больного, размножать их в искусственной среде и вводить в организм. Там они должны дать начало непосредственным предшественникам дифференцированных клеток разных типов, чтобы те делились, превращались в специализированные и замещали утраченные.

Стволовых клеток очень мало, и выделить их непросто. Легче всего их получить из крови или костного мозга. Кроме того, источником стволовых клеток может быть плацентарная кровь, которая сейчас пропадает без всякой пользы. Стволовые клетки независимо от происхождения можно замораживать и длительное время хранить в банках клеток.

Уже давно известно об эмбриональных стволовых клетках, или ЭСК.

Это клетки зародышей, находящиеся на самых ранних стадиях развития. Они дают начало всем тканям и органам взрослого организма; могут превращаться, например, в нейробласты, из которых затем образуются нейроны, или в эпидермобласты, которые образуют кожу.

Долгое время ученые предполагали, что клетки с таким широким потенциалом существуют только на самых ранних этапах эмбрионального развития. Но вот гистолог Александр Яковлевич Фриденштейн в 70-е годы прошлого века открыл, что и во взрослом организме в костном мозгу есть клетки, способные давать различные производные, например эритроциты или лейкоциты, в зависимости от условий. До него считали, что у клеток красной крови свой источник, своя стволовая клетка, у клеток белой крови — свой источник и так далее, а ему удалось опровергнуть это мнение. Он доказал, что и эритроциты, и лейкоциты могут образовываться из одних и тех же недифференцированных клеток.

А в последние годы выяснили, что клетки, способные развиваться в самых разных направлениях, сохраняются во многих органах взрослого организма. Они есть даже в головном мозгу. Это особенно удивительно, поскольку долгое время биологи и врачи повторяли: «Нервные клетки не восстанавливаются». Нельзя сказать, что весь мозг нафарширован стволовыми клетками, но есть области, где они концентрируются, — это субвентрикулярная область и гиппокамп. Стволовые клетки можно оттуда изолировать

и выращивать (культивировать) в определенной среде, где они размножаются. Затем с помощью разных веществ-индукторов вызывают их дифференцировку в разных направлениях, то есть превращение в различные морфологически и функционально определенные клетки. Можно, например, подействовать на них ретиноевой кислотой и заставить дифференцироваться в нейробласты или подобрать другой набор индукторов, и тогда они превратятся в клетки глиии, питающие и обслуживающие нейроны.

В последнее время появляются совсем удивительные данные о том, что такие производные можно получить не только из стволовых клеток головного мозга, но и из так называемых стромальных стволовых клеток костного мозга. Мы с коллегами из харьковского Института криобиологии показали, что стромальные клетки мышей и даже человека можно культивировать и, воздействуя на них ретиноевой кислотой, превращать в клетки нервной ткани, в частности нейробласты и глиобласты (рис. 2). Мы установили это с помощью маркеров — специфических белков, которые свойственны только нервным клеткам или только глиальным. У них, как и у любых других клеток, разные гены экспрессируются по-разному, и в результате появляются разные белки. Такие белки можно определить с помощью меченых антител.

В общем, мы убедились, что дифференцировка стволовых клеток в нейральные действительно происходит. Это очень важно, потому что такие клетки можно использовать для трансплантации: выделить их, причем не у донора, а у самого пациента (например, из ребра), вызвать их дифференцировку и получить набор клеток, которые можно затем ввести в головной мозг.

М.А.Александрова (Институт биологии развития) вводила стволовые клетки мозга человека крысам. Эти клетки спокойно выживают, мигрируют, куда надо. Если они окажутся в мозжечке, то способны к превращению в клетки Пуркинье, специфичные для этого отдела мозга (рис. 3).



2

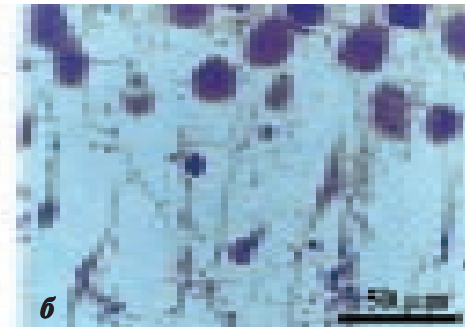
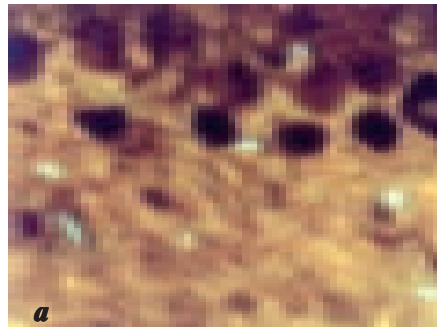
Клетки, развивающиеся в нейральном направлении, окрашенные с использованием специфических маркеров. а, б — реакция на β -тубулин (темная окраска); в, г — реакция на нейрофиламенты. (Препарат Е.А.Щегельской, Институт криобиологии НАНУ, Харьков)



3

Микросрезы мозжечка крысы, иммуногистохимически окрашенные на калбиндин — маркер клеток Пуркинье в мозжечке. Окружные темные образования сверху — клетки Пуркинье. Внизу — эмбриональные клетки мозга человека, трансплантированные крысе в мозжечок.

а — голубым цветом выделены ядра трансплантированных клеток в ультрафиолете (флуоресцентный краситель — бис-бензimid). б — вытянутые незрелые клетки мигрируют из мест трансплантации на постоянные места. (Препарат А.В.Ревущина, Институт биологии гена, и М.А.Александровой, Институт биологии развития)



Для того чтобы пересаживать стволовые клетки, их нужно уметь опознавать, выделять и подсчитывать. Дифференцированные клетки определяют под микроскопом по форме и по цвету после специальной окраски. А вот стволовые, или так называемые прогениторные, клетки (клетки-предшественники, образующиеся на следующем этапе дифференцировки), или бластные клетки (они образуются из прогениторных клеток), морфологически различаются плохо, и с ними работают по-другому.

Я уже упоминал, что у них, как и у всех других клеток, есть специфические белки-маркеры. По ним-то и можно определить, что это за клетка: стволовая, прогениторная, глиобласт, нейробласт, эпидермобласт или что-то еще. Есть специальные приборы, проточные цитофлуориметры-сортеры, которые разделяют на группы клетки, меченные флуоресцентными метками. Например, если в

клетке есть белок нестин, то это стволовая клетка. В прогениторных клетках — другой белок, виментин. В нейробластах — бета-3-тубулин и нейрофиламенты. В глиобластах — так называемый GFAP — глиофибрилярный кислый белок. Используя такой набор маркеров, можно определить эти клетки и подсчитать их количество.

Подобную работу мы проводили в нашей лаборатории вместе с лабораториями Геннадия Тихоновича Сухих из Института биологической медицины и Марии Анатольевны Александровой из Института биологии развития. У них хорошо налажено культивирование нейральных стволовых клеток человека, а мы изучали популяции, которые они получали в культуре: смотрели соотношение различных клеток, как они себя ведут, насколько гетерогенны. Попав в культуру, клетки собираются в скопления — нейросферы. В них есть клетки, развивающиеся как в нейрональном, так и в глиальном направлении (рис. 1, 4, 5, 6, 7).

Дифференцировка — процесс необратимый, точнее, обратимый только на некоторых стадиях. Ей предшествует детерминация — определение клеточной судьбы. Оно происходит

еще тогда, когда нет внешних признаков дифференцировки, нет даже характерных для нее белков. И тем не менее наступает момент, когда судьба клетки уже определена. Это состояние предопределенности клеточной судьбы и носит название детерминации. Она проходит через несколько стадий, и в конце концов так называемая терминальная (последняя) стадия детерминации автоматически переходит в дифференцировку. На ранних этапах детерминация лабильна, то есть на нее можно повлиять. Скажем, клетка, детерминированная к развитию в направлении нейробласта, на какой-то стадии под влиянием специфических индукторов еще может стать глиобластом. Но наступает момент, и детерминация становится стабильной, необратимой: пойти обратно она уже не может.

Пока до конца неясно, с какими событиями на молекулярном уровне это связано. Мы с лабораторией Георгия Павловича Георгиева из Института биологии гена и группой Григория Николаевича Ениколопова из Института молекулярной биологии смогли приблизиться к пониманию молекулярных механизмов детерминации в одном конкретном случае. За детерминацию отвечают специфические гены, и детали этого процесса очень сложно выяснить.

Великий биолог Август Вейсман еще в позапрошлом веке предполагал, что по мере дифференцировки разные клетки утрачивают различные части хромосом. А теперь мы знаем, что в кодирующей части ДНК никаких преобразований не происходит, но возможны изменения в ее «незначательной» части, особенно в так называемых коротких повторяющихся

последовательностях (сателлитной ДНК). У дрозофилы есть несколько фракций таких последовательностей, и в разных органах может преобладать та или иная из них, а в некоторых они полностью отсутствуют.

Раньше считали, что это ненужная ДНК, мусор, но на самом деле от сателлитной ДНК многое зависит в функционировании генома. Во-первых, она иногда определяет время включения гена. Это может повлиять на начало образования органа, и он окажется гипертрофированным или недоразвитым. Во-вторых, от наличия повторяющихся последовательностей, по-видимому, зависит связывание ДНК с ядерной мембраной. А это также отражается на работе генов. Вставка или выпадение определенных участков генома способны привести к тому, что ДНК свяжется с мембраной в новом месте или, наоборот, оторвется от нее. Или еще пример. Известно, что повторение некоторых триплетов (тринуклеотидов) вызывает различные заболевания, так называемые

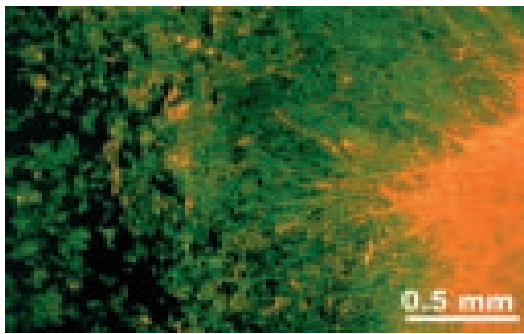
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

болезни экспансии. Одно из них — мозжечковая атаксия — тяжелое заболевание нервной системы, при котором нарушаются движения больного.

Именно потому, что дифференцировка — сложный и плохо изученный процесс, мне кажется неоправданным безмерный оптимизм в отношении клонирования млекопитающих. Тот небольшой процент успеха, который есть, связан, по-видимому, с тем, что в яйцеклетку иногда попадают ядра стволовых клеток. Попало ядро стволовой клетки — животное удается до взрослого состояния. Я могу повторить то, что уже писал для «Химии и жизни»: клонирование человека на запчасти — это маниловщина и способ выкачать как можно больше денег на работы, которые, возможно, имеют к этому делу лишь косвенное отношение. Я считаю, что назрело время, когда должно быть жесткое законодательство и у нас, и за границей, чтобы Государственная Дума запретила всякие манипуляции с живыми человеческими зародышами. Это аморально и в научном отношении совершенно ненужно.

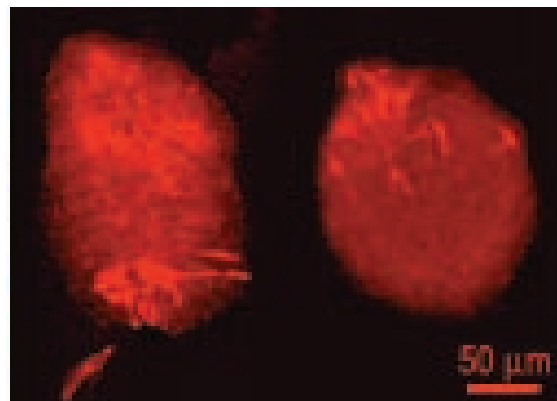
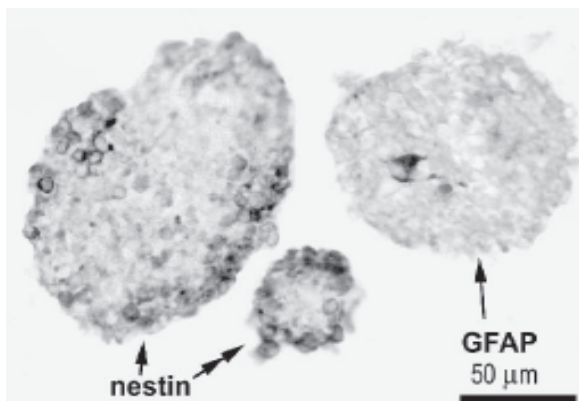
Трансплантировать же больным эмбриональные стволовые клетки самых ранних зародышей (на стадии бластоцисты) тоже рискованно и часто вредно. Во-первых, эти ранние клетки подвержены генетическим нарушениям. Во-вторых, при трансплантации они вызывают гибель соседних клеток хозяина. И в-третьих, пересадка этих клеток, как правило, заканчивается образованием опухоли.

Так что гораздо лучше работать со стволовыми клетками взрослого организма. В идеале их нужно выделять у

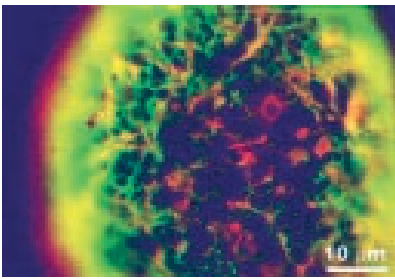


4
Культура клеток мозга человеческого эмбриона после 10-дневного культивирования в бессывороточной среде и 3-дневного — в среде с сывороткой. Нейросфера осела на дно, начала дифференцироваться. Слева — то, что осталось от нейросферы; оранжевые волокна — астроциты (глиальные клетки), окрашенные на глиофибрилярный кислый белок (GFAP). (Препарат А.В.Резицина)

5
Микросрезы нейросфер. Слева — стволовые клетки, справа — предшественники астроцитов. (Препарат А.В.Резицина)



6
Нейросферы. Антитела на GFAP с флуоресцентной меткой. (Препарат А.В.Резицина)



7
Нейросферы, обработанные мечеными антителами к GFAP (красный цвет) и в-тубулину (зеленый цвет).
(Препарат А.В.Резицина)

самого пациента, чтобы не было реакции отторжения и они лучше приживались. Удобнее всего — из костного мозга. Затем эти клетки могут развиваться в самых разных направлениях, если обрабатывать их определенным индуктором. Наборы таких индукторов известны еще из экспериментальной эмбриологии, их десятки. Известно, чем нужно подействовать, чтобы началось развитие нервной ткани, кишечника и так далее. Многие из этих белков выделены в чистом виде.

Врачи, а теперь и общество ждут многого от трансплантации стволовых клеток. Конечно, это будет прорыв в медицине, который позволит излечивать многие болезни. Но пока нужно получше разобраться, что возможно и что невозможно делать стволовыми клетками. Без новых исследований тут не обойтись.

Техника ловли клеток

И в исследовательской практике, и в клинике с клетками приходится проделывать стандартные операции: распознавать в общей массе, измерять различные характеристики, подсчитывать, разделять на фракции или выделять клетки одного типа. От этого часто зависит успех лечения или надежность выводов при научном исследовании. За последние десятилетия техника подобных процедур очень изменилась. Главными орудиями стали меченные флуоресцентной меткой моноклональные антитела к белкам-маркерам и цитофлуориметрическая техника подсчета и разделения клеток.

Игра в пейнтбол с клетками

Дифференцированные клетки обычно хорошо различаются по форме. Даже начинающий биолог не спутает нейрон с клеткой кишечного эпителия или мышечную с железистой. Другое дело малодифференцированные клетки, в том числе стволовые, прогениторные и бластные. У них округлая форма, небольшие размеры, их невозможно распознать по окраске. Отличить друг от друга эти группы клеток можно лишь одним способом: обнаружить их маркеры — белки или гликопротеины, характерные только для этих клеток. В статье Л.И.Корочки-

на приведены примеры таких маркеров: виментин, нестин и другие. У всех лейкоцитов (белых клеток крови) тоже есть свой маркер с обозначением CD45. Этот белок есть и у стволовых клеток крови, а кроме того, характерный только для них CD34 (по мере дифференцировки он исчезает).

Наиболее специфичный инструмент для узнавания белков — моноклональные антитела, которые научились выделять около двадцати лет назад. Само их название говорит о том, что эти иммуноглобулины производятся только одним клоном лимфоцитов, обученным узнавать антигены определенного вида. (На практике моноклональные

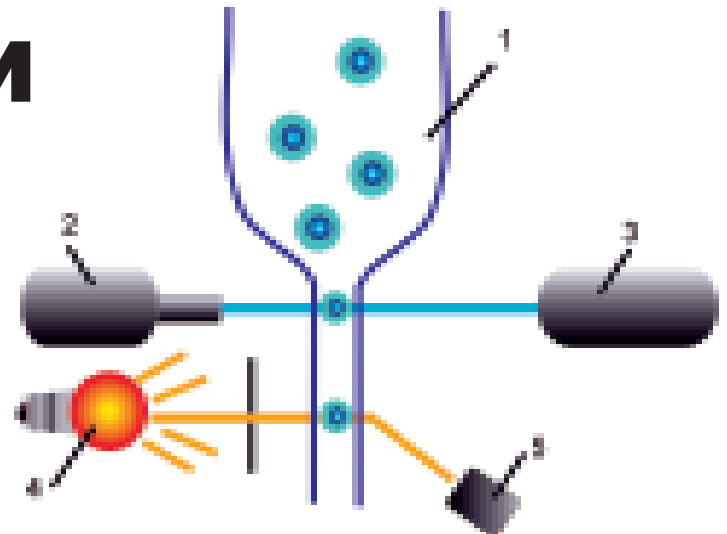


Схема проточного цитофлуориметра:
 1 — ячейка с клетками;
 2 — лазер;
 3 — детектор флуоресценции;
 4 — лампа;
 5 — детектор рассеянного света

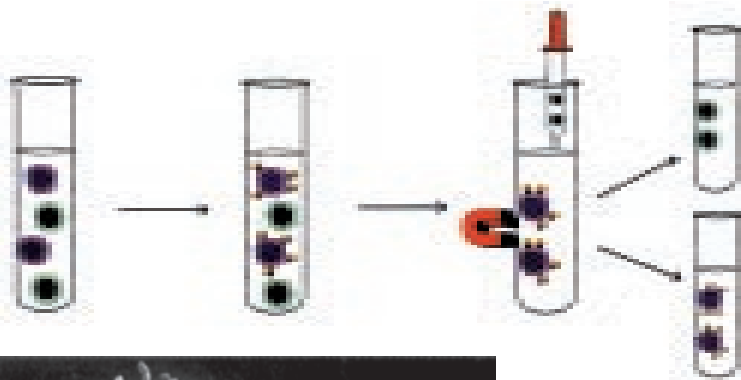
антитела получают с помощью не лимфоцитов, а гибридом, которые получают при слиянии обученных лимфоцитов со специально подготовленными клетками, способными размножаться). Для того чтобы антитела проявляли себя, к ним присоединяют флуоресцентную метку (флуорохром), и после этого под микроскопом с ультрафиолетовой лампой видно их свечение. Оно может быть разного цвета, в зависимости от присоединенной молекулы, так что ученый получает в свое распоряжение набор разноцветных «фонариков». С их помощью можно на одном препарате распознать несколько типов клеток, неразличимых морфологически.

Сейчас многие маленькие и большие фирмы производят меченые антитела, и для рутинных процедур уже не нужно в собственной лаборатории иммунизировать мышей, сливать клетки и навешивать флуорохром на антитела.

Процедуру опознавания, которая называется иммунофенотипированием, проводят так: в суспензию клеток, на срез ткани или на препарат с клетками добавляют раствор с мечеными антителами. Антитела узнают только «свои» белки и налипают на несущие их клетки. Эти клетки светятся на предметном стекле под флуоресцентным микроскопом.

Автоматизировать работу, чтобы ускорить ее и не утом-

Схема магнитной сепарации



Клетки, прицепленные к парамагнитным бусинам (Рисунок и фотография фирмы «Dyna!»)

лять глаза просмотром сотен препаратов, поможет микроскоп, снабженный камерой с платой (интерфейсом) для оцифровки изображения и введения данных в компьютер. Эти данные можно запоминать и автоматически обрабатывать: программы распознавания определяют не только общее количество клеток, но и их цитометрические параметры (размер, отношение размера клетки к размеру ядра, наличие гранул), соотношение клеток с заданными параметрами или клеток разного типа и так далее.

Меченые проходят поодиночке

К сожалению, скорость подсчета при таком способе не очень высока, а геометрические параметры клеток искажаются из-за того, что клетки распластываются на стекле или подвергаются фиксации. Повысить скорость и точность определения можно, заменив дискретный процесс непрерывным, а отдель-

ные порции клеток — их потоком. Раствор с клетками, несущими меченые антитела, пропускают через измерительную ячейку прибора, который называется проточным цитофлуориметром. Форма стенок в ячейке такова, что в определенной точке поток сужается — происходит его гидродинамическое фокусирование. В месте, где клетки проходят через канал поодиночке, их освещает лазерный луч, возбуждая флуоресценцию.

Детекторы фиксируют рассеяние света под малыми углами и под прямым углом, а также интенсивность флуоресценции. Первое позволяет определить размеры клетки, второе несет информацию о ее внутренней структуре (соотношении ядра и цитоплазмы, степени гранулярности цитоплазмы и т.д.). Одновременное измерение светорассеяния под большими и малыми углами позволяет без всякого окрашивания различать среди лейкоцитов лимфоциты, моноциты и гранулоциты.

Меченные антителами клетки отвечают на свет лазера флуоресцентным сигналом и регистрируются особо. Современные цитофлуориметры снабжены системой светофильтров и дихроичных светоделителей, так что могут различать несколько сигналов разного цвета; следовательно, по отдельности считать клетки, меченные разными антителами. Скорость работы такого прибора — тысячи клеток в секунду. Метод напоминает подсчет овец в большой отаре, когда их по одной пропускают через узкий проход.

Для надежности клетки метят двумя метками на два разных маркера. Стволовые клетки — антителами к CD34 с флуорохромом фикоэритрином (он дает красное свечение), а лейкоциты — антителами к CD45 с зеленым флуорохромом FITC (флуоресцеин изотиоционат). Стволовые клетки светятся и красным, и зеленым светом, лейкоциты — только зеленым.

Красные налево, зеленые направо

Клетки бывает нужно не только подсчитать, но разделить на фракции или выделить из них только определенные типы, те же драгоценные стволовые. Эту работу поручают прибору, который называется сортером клеток. Он не только подсчитывает клетки с определенной меткой, но и направляет их в разные емкости. Кстати, его можно использовать и для того, чтобы подсчитывать клетки и определять их характеристики.

Магнитная сепарация

Сортер клеток — прибор очень дорогой (сотни тысяч долларов), и купить его может лишь богатая клиника или институт. Есть и более дешевые методы разделения клеток. Один из самых

перспективных — магнитная сепарация. Оpozнание клеток проводят те же моноклональные антитела, только к ним пришиты не флуоресцентные метки, а сферические парамагнитные частицы. Их вносят в пробирку с суспензией клеток, антитела находят свои антигены и прикрепляются к ним. После этого к стенке пробирки подносят магнит, и все «омагниченные» клетки прижимаются к нему. Раствор с оставшимися клетками (супернатант) отсасывают пипеткой. Магнитами можно собирать и нужные для дальнейшей работы клетки, и, наоборот, те, которые требуется удалить. В первом случае магнит убирают и в пробирку снова добавляют раствор, во втором — используют супернатант. Чистоту выделенных магнитной сепарацией клеток проверяют проточной цитофлуориметрией. Обычно она довольно высока, 99%, а выход целевых клеток составляет до 95%.

Если требуется только подсчитать выделенные клетки, антитела с магнитными частицами от них не отделяют. Если же клетки еще пригодятся для дальнейшей работы, их приходится освободить от микромагнитов. Тогда ферментом расщепляют молекулу ДНК, привязывающую антитело к магнитному шарикю. В некоторых случаях клетки можно отделить и от антител.

Описанные методы применяются и в клинической, и в исследовательской практике. Главное отличие в том, что в клинике при выделении клеток для последующей трансплантации нужно соблюдать стерильность.

М.Литвинов

Е. Сизикова

Еще раз

О



Клонировании

О

вечке Долли почти пять лет — позади треть жизни. (При самых благоприятных условиях овцы живут 14–15 лет.) За ее здоровьем следит вся мировая общественность. В начале этого года информационные агентства сообщили о том, что бедняга страдает артритом, — для такой молодой особи рановато. Тут же начались споры: случайность ли это, или наконец-то дали о себе знать фатальные последствия клонирования. Уже появились на свет самые разные клонированные млекопитающие — и коровы, и мышки, и кошки (недавно такая кошечка родилась в Техасе, ее зовут Си-Си). Но клонированного человека пока нет.

О законах, принимаемых по поводу клонирования, «Химия и жизнь» подробно писала в декабре прошлого года. Клонирование живых людей (не тканей для медицинских

целей) подавляющее большинство государственных деятелей признает нежелательным. Естественно, находятся энтузиасты, которые хотят делать именно то, что запрещено. Однако важно отметить, что ни одно хвастливое заявление пока не оправдалось. Впрочем, и берутся за клонирование человека в основном весьма одиозные лица и организации. «Сумасшедший ученый» из Чикаго Ричард Сид в 1998 году объявлял во всеуслышание: «Бог создал человека по Своему образу и подобию, следовательно, Он подразумевал, что человек и Бог станут одним. Человек должен жить вечно и бесконечно увеличивать свои знания... клонирование — только один шаг». Осведомленность о намерениях Господа Бога — характерный симптом; и действительно, доктор Сид исчез с первых полос, так никому и не предъявив клонированного младенца.

Зато по-прежнему активны разлиты. Пресса называет их «секта верующих в НЛО». Разлиты убеждены в существовании вестников из космоса, которые указали человечеству путь к процветанию — экспоненциальный рост научной мощи и все более активное вмешательство в природные процессы. Представители секты и не думают скрывать, что финансируют эксперименты по клонированию человека. В феврале этого года глава и основатель секты 55-летний канадец Клод Ворильон, бывший спортивный репортер, ныне известный как Раэль, заявил, что исследования компании «Клонэйд», приостановившей свою деятельность по клонированию человека из-за преследований правительства США, продолжают в секретной лаборатории: «Про-

цесс протекает успешно, ребенок родится через 12 или 24 месяца» (в месяцах, по-видимому, звучит внушительней — более точно, чем «через год или два»).

Достижение частной исследовательской компании АСТ — Advanced Cell Technology (Ворчестер, Массачусетс), осенью прошлого года объявившей об успешном клонировании человека, было, мягко говоря, преувеличено средствами массовой информации: две яйцеклетки, начав делиться, дали зародыши, состоящие из четырех клеток, одна дошла до шести, затем деление прекратилось. Как теперь хорошо знают спе-



циалисты по клонированию млекопитающих, от такого результата до появления клонированной особи еще далеко. Кроме того, фирма и не ставит перед собой такой задачи. «Успех АСТ мог вызвать панику, поскольку создалось впечатление, будто речь идет о репродуктивном клонировании, — сказала Фирузе Парих, основатель и директор компании, — но если мы используем клонирование в терапевтических целях, это даст самое большое преимущество». Кстати, Разэль не остался в стороне и высказал АСТ претензии по поводу приоритета: «Очень удачно и немного забавно — мы уже сделали это не так давно... Первое заявление, с которым выступит «Клонэйд», будет содержать сообщение о рождении ребенка, а не о таких пустяках».

Серьезные эксперты, выступающие публично, не в пример разлитам, стали весьма осторожными в оценках: они говорят не о двух годах, а о десяти — пятнадцати. Впрочем, как справедливо заметил доктор Джордж Эннас из Школы медицины и общественного здоровья Бостонского университета, личности, подобные Сиду, служат человечеству хорошую службу: заставляют думать о том, что еще не случилось. Большинство экспертов не сомневается, что рано или поздно этот барьер будет кем-нибудь взят. Вопрос в том, успеем ли мы придумать, как к этому относиться.

Мнение научной общественности (по крайней мере, ее значительной части) выразилось в «Декларации в защиту клонирования и неприкосновенности научных исследований». В марте 1998 года ее текст в переводе Б.Юдина опубликовал журнал «Человек». Вот несколько фрагментов:

«...Мы верим, что разум — самое мощное средство для распутывания проблем, с которыми сталкивается человечество. Но в недавнем потоке нападок на клонирование разумные аргументы — крайняя редкость... За наиболее грубой критикой, видимо, кроется допущение, будто клонирование человека поднимет более глубокие моральные проблемы, чем те, которые возникали в связи с любым предшествующим научным или техническим достижением...»

Насколько может судить научная мысль, вид *Homo sapiens* принадлежит к царству животных. Способности человека, как представляется, только по степени, а не качественно отличаются от способностей высших животных. Богатство мыслей, чувств, упований и надежд человечества возникает, по всей видимости, из электрохимических процессов в мозгу, а не из нематериальной души, способы действия которой не может обнаружить ни один прибор. Поэтому нынешние дебаты по поводу клонирования заставляют прежде всего задаться таким вопросом: действительно ли защитники сверхприродных или религиозных аргументов имеют достаточно серьезную квалификацию для участия в этих дебатах? Конечно, каждый имеет право быть услышанным. Но мы считаем, что существует

вполне реальная опасность приостановки исследований, несущих огромные потенциальные блага, исключительно из-за их конфликта с религиозными верованиями некоторых людей. Важно понять, что подобные религиозные возражения уже возникали по поводу вскрытия людей, анестезии, искусственного оплодотворения и всей генетической революции наших дней — и тем не менее каждое из этих достижений принесло огромные блага. Тот взгляд на природу человека, который коренится в мифическом прошлом человечества, не должен быть нашим главным критерием при принятии моральных решений о клонировании... Мы не видим в клонировании высших животных, исключая человека, каких-либо неразрешимых этических дилемм. Не считаем мы очевидным и то, что будущие достижения в клонировании человеческих тканей и даже человеческих существ создадут моральные затруднения, которые не сможет разрешить человеческий разум...

Исторически выбор луддитов, стремившихся повернуть часы истории вспять и ограничить или запретить применение уже существующих технологий, никогда не бывал ни реалистическим, ни продуктивным...»

Документ подписали многие выдающиеся деятели науки и культуры, такие, как лауреат Нобелевской премии Фрэнсис Крик, профессор Ричард Докинз, бывший президент Европарламента Симона Вейль, писатель Курт Воннегут. Возможно, под этими утверждениями подписались бы и многие читатели «Химии и жизни». Но так или иначе, человечеству пора пускаться в ход то самое мощное средство для распутывания проблем, о котором говорится в декларации.

В англоязычной литературе почти не один разговор об этических проблемах клонирования не обходится без упоминания о романе Мэри Шелли «Франкенштейн, или Современный Прометей», который рассказывает о несчастном докторе, создавшем из частей расчлененных трупов чудовище — живое подобие человека, лишенное души. В конце 90-х многие христиане всерьез задавались вопросом: будут ли тела клонов иметь в себе живую душу, не окажутся ли эти существа только подобиями людей? Сейчас даже верующие склонны отвечать на этот вопрос: «Да, клоны будут иметь душу, так же, как и все люди» (это, од-

нако, не означает, что христианская церковь одобрила клонирование человека). Но сам по себе вопрос не столь наивен, как может показаться. Вопрос о душе — это, в сущности, вопрос о том, следует ли считать клонов людьми. И если да, то мы оказываемся перед той же проблемой, что и при использовании абортивных материалов для нужд трансплантации. «Обладает ли правами человека 20-недельный зародыш?» — на этот вопрос нельзя дать двойной ответ: «да» — в гинекологическом отделении и «нет» — по соседству в хирургии. Любому нормальному человеку отвратительна мысль о выращивании големов и биороботов, мы готовы принять клонирование только в том случае, если оно приведет к появлению полноценных людей. Но тогда использование клонов для нужд трансплантации — вовсе не «самое большое преимущество», а обыкновенное убийство?

К счастью, есть и другая возможность: клонировать не людей, а человеческие ткани и клетки. Методики, которые не предусматривают использование человеческих зародышей даже на самых ранних стадиях развития, а ориентированы, например, на формирование ткани печени из клетки, вряд ли покажутся неприемлемыми и самым строгим ревнителям морали.

Но общественность не успокаивается. Западные институты и клиники уже сегодня осаждают желающие клонироваться или клонировать покойных родственников — не слишком образованные люди часто путают кино с действительностью; «Клонэйд», если верить Разэлю, не прекращает работу. Видимо, надо быть готовыми к тому, что рано или поздно клонированные дети будут жить рядом с нами, как сегодня живут уже взрослые «дети из пробирки».

Далее следует перевод анонимного автора (скорее всего, американского) из Интернета. (Впрочем, авторство и не важно: подобные соображения высказывало и высказывает множество людей различной национальности и уровня образования. Кстати, одним из первых был давний друг и автор «Химии и жизни» Кир Булычев, написавший в 1980 году повесть «Чужая память».) Автор разоблачает самые распространенные заблуждения, связанные с клонированием человека (что само по себе полезно), и высказывает мнение, что клонированные люди могут прекрасно вписаться в человеческое общество.



Фото: Рейтер

Руководители Международного общества клонирования (International Cloning Consortium) на конференции по терапевтическому клонированию (март 2001 года, Рим). Президент Итальянского общества репродуктивной медицины Северино Антинори (в центре) отвечает на упреки Ватикана: «Я не монстр, мы не делаем ничего чудовищного. Все, чего я хочу, — давать бесплодным парам счастье: детей».

Клонирование человека: аргументы в защиту

Клон — это просто идентичный близнец человека, появившийся на свет с отсрочкой во времени. Однако фантастические романы и кинофильмы создали у людей впечатление, будто человеческие клоны окажутся бездумными зомби, монстрами вроде Франкенштейна. И все это — полная чушь. Клоны человека будут обычными человеческими существами. Их будет вынашивать обычная женщина в течение девяти месяцев, они родятся и будут воспитываться в семье, как и любой другой ребенок. Им потребуется 18 лет, чтобы достичь совершеннолетия, как и всем остальным людям. Следовательно, клон-близнец будет на несколько десятилетий младше своего оригинала, поэтому нет опасности, что их будут путать. Так же, как и идентичные близнецы, клон и донор ДНК будут иметь различные отпечатки пальцев. Клон не унаследует ничего из воспоминаний донора. Благодаря всем этим различиям клон не станет «ксерокопией» или двойником человека. Он будет иметь те же юридические права и обязанности, что и любой другой индивидуум.

Следует подчеркнуть, что клонирование человека должно происходить на индивидуальной добровольной основе. Человек, которого хотят клонировать, должен будет дать на это свое согласие. Также и женщина, которая будет вынашивать клон-близнеца, должна действовать добровольно. Никакой другой сценарий немыслим для свободной демократической страны.

Многие спрашивают: «Для чего клонировать человека?» Есть как минимум две веские причины: чтобы предоставить возможность семье зачать детей — близнецов выдающихся личностей и чтобы позволить бездетным парам иметь детей. Живя в свободном обществе, мы также должны задаться вопросом: «Вправду ли отрицательные последствия настолько неизбежны, что нам следует запретить это делать взрослым людям, действующим добровольно?»

Выдающиеся люди ценны во многих отношениях, как культурных, так и финансовых. Например, в США звезды спорта и кино часто стоят сотни миллионов долларов. Конечно, придется подождать лет двадцать, чтобы близнецы этих великих людей достигли совершеннолетия. Кроме того, всегда есть вероятность, что близнецу спортсмена спорт будет неинтересен. Однако при открывающихся перед ними возможностях зарабатывать миллионы долларов это не кажется слишком вероятным.

Почему бы не разрешить также клонирование выдающихся представителей интеллигенции? Действительно, стоило бы клонировать каждого из нобелевских лауреатов ради вклада, который их близнецы могли бы потенциально внести в науку.

Клонирование разумно даже и в случае простых смертных. Понятие «исключительных людей» не ограничивается кинозвездами и лауреатами Нобелевской премии. Всем

нам известны люди, которых мы уважаем и которыми восхищаемся. Иногда мы говорим себе: «Побольше бы в мире таких людей, как этот!» Клонирование людей позволяет нам пойти дальше пустых размышлений. Предположим, старый дядюшка Макс — прекрасный человек, к которому с любовью и уважением относятся в обществе и в семье. Его племянница со своим мужем решают, что они хотели бы иметь ребенка, такого же, как дядюшка Макс. Он польщен и согласился позволить себя клонировать. Так почему Конгресс США в своей бесконечной мудрости должен вмешиваться и объявлять дядюшку Макса и его племянницу преступниками, которых следует арестовать полиции по делам воспроизводства населения и посадить в тюрьму?

Некоторые политики предлагают уберечь нас от всех несчастий, связанных с клонированием людей, путем полного законодательного запрета. Интересно, что при ближайшем рассмотрении никаких серьезных проблем не обнаруживается. Нет ничего связанного с клонированием человека как таковым, что бы оправдывало бы его криминализацию.

Единственное возражение, которое остается бесспорным, — технология клонирования пока несовершенна. Но это оправдание для дальнейших исследований, а не для запрета. (Однако вряд ли исследования стоит вести на людях. Нет никаких веских причин сотням женщин переживать выкидыш ради того, чтобы родился один клонированный ребенок, — даже и в свободном обществе. — *Примеч. ред.*)

Давайте рассмотрим в деталях некоторые из основных возражений против клонирования людей, которые бытуют среди нас.

Сама мысль об этом противоестественна и отвратительна. Создание еще одного человека с тем же самым геном нарушило бы человеческое достоинство и уникальность личности. (Возможно, имеется в виду выступление Билла Клинтона в бытность его президентом, когда он сказал по поводу моратория на клонирование: «Законодательство подтвердило самое драгоценное наше убеждение в том, что человеческая жизнь — чудо, данная Господом индивидуальность — собственность человека». — *Примеч. ред.*)

Эти аргументы сводятся к нет существованием сегодня в мире 150 миллионов человек, чей генетический код не является уникальным. Я говорю о естественных идентичных близнецах, которые появляются на свет в среднем 1 раз на 67 рождений. Отвратительны ли двойняшки или тройняшки? Нарушают ли близнецы человеческое достоинство? Нет, конечно.

Такая отрицательная реакция во многих случаях — просто результат дезинформации и путаницы вокруг понятия человеческого клона. Но если вы находите клонирование отвратительным, то, конечно же, не делайте его! Во имя индивидуальной свободы в этом мире разрешено многое из того, что некоторые люди находят отвратитель-

ными: например, серьги в носу и операции по изменению пола. Но это не запрещено, так как мы ценим свободу выбора. Существует взгляд, что «преступления без жертвы» не должны считаться преступлениями. А кто станет жертвой в случае клонирования человека? Трудно поверить, что клоны будут считать себя таковыми лишь потому, что у них те же самые гены, что и у кого-то еще. Ведь миллионы идентичных близнецов не считают себя жертвами. Наоборот, клон, вероятно, должен думать о себе как о ком-то особенном, и тем в большей степени, если он — близнец выдающейся личности. У них также будет преимущество в том, что с самого начала жизни будет известно, к чему у них есть способности. (Спорный вопрос. Может быть, лучше научиться выявлять способности у детей в раннем возрасте, чтобы это преимущество было у всех? — *Примеч. ред.*)

Клонирование сократило бы генетическое разнообразие, делая нас более уязвимыми к эпидемиям и т.п.

Это возражение базируется на необоснованной экстраполяции. На этой планете существует более 5 млрд. людей. Очевидно, клонирование человека будет производиться в очень скромных масштабах из-за предполагаемой стоимости процедуры. Кроме того, большинство женщин все же не захотят быть матерями клонов. Пройдет много десятилетий прежде, чем общее количество клонов людей достигнет хотя бы 1 млн. человек во всем мире. По процентному соотношению это составило бы микроскопическую часть от общего населения и не оказало бы никакого воздействия на генетическое разнообразие людей. Если же в отдаленном будущем клонирование людей станет широко распространенным, то некоторые ограничения на такую деятель-

ность могли бы быть оправданны. Однако нужно иметь в виду, что, даже если будет клонирован каждый человек на планете, генетическое разнообразие практически не уменьшится, поскольку у нас все еще останется 5 млрд. генетически различных индивидов.

Это может привести к созданию людей-монстров или уродов.

Клонирование — не то же самое, что генная инженерия. При клонировании ДНК копируется, в результате чего появляется еще один человек, близнец существующего индивида и, следовательно, не монстр или урод. Генная же инженерия подразумевала бы модификацию человеческой ДНК, в результате чего может появиться человек, не похожий ни на одного другого, ранее существовавшего. Это действительно очень рискованное предприятие, и такие эксперименты могли бы проводиться только с величайшей осторожностью и под надзором.

Из-за несовершенства технологии клонированный организм может оказаться больным.

Ни одна сфера человеческой деятельности не гарантирует полной безопасности. В настоящий момент технология клонирования млекопитающих находится в экспериментальной стадии и процент успешных исходов низок. Но было бы абсурдным запретить новые достижения только потому, что они изначально не вполне безопасны.

Миллионеры будут клонировать себя только для того, чтобы получить органы для трансплантации.

Одно из самых несуразных заявлений. Человеческий клон — это человек. В свободном обществе вы не можете заставить другого человека дать вам один из своих внутренних органов. Заметьте также, что если ваш клон-близнец получит травму, вас могут попросить отдать одну из ваших почек, чтобы сохранить жизнь клону!

Автора этой статьи одни называют мракобесом, другие — изменником православия. Возможно, самой точной характеристикой будет опровержение обоих этих утверждений. Диакон Андрей Кураев — не мракобес и не изменяет православию, чем и замечателен. Мало кому из публицистов, затрагивающих проблемы этики науки, удается беседовать на эту скользкую тему и с людьми науки, и с церковными людьми. А. Кураев — один из этих немногих. Кто-то из читателей, возможно, спросит, с каких это пор «Химия и жизнь» предоставляет слово духовным лицам. Ответ прост: как говорит «Декларация в защиту клонирования», упомянутая в предыдущем материале, «каждый имеет право быть услышанным», в том числе и сторонники «взглядов, коренящихся в мифическом прошлом человечества». Всегда вернее судить о мнении оппонента не с чужих слов.

Православная церковь



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

О клонировании

Мотивы, по которым православные христиане остерегаются экспериментов по клонированию, являются сугубо церковными или же нет? То, что есть специфического в православном христианстве, понуждает нас не соглашаться с клонированием, или же наши аргументы, если всерьез над ними задуматься, окажутся теми же, что выдвигают люди иных верований и убеждений?

Мне кажется полезным пояснить людям, что у Церкви те же мотивы для Публикуется в сокращении.

отторжения клонирования, что у большинства людей. Во-первых, мы опасаемся вмешательства в ту сферу, о которой знаем еще слишком мало. Выигрывая в чем-то одном, не проигрываем ли мы нечто большее, но поначалу для нас незаметное? Однажды нам «повезло» в той игре, которую в сороковых годах затеяли физики. По собственному признанию авторов американской атомной бомбы, они не знали, будет ли спровоцированная ими реакция атомного распада носить локальный характер, или же, начавшись, атомный распад будет влекать в себя все новую и новую ма-

терию и в конце концов уничтожит все окружающее вещество, уничтожит и Землю, и всю Вселенную... Тогда нам повезло. Под нашей дерзновенной киркой мины не оказалось. Есть ли гарантия того, что и в том месте, где сегодня роят биологи, нет подобной мины?

Во-вторых, каковы будут взаимоотношения между людьми разных рас — то есть между клонированными и появившимися на свет естественным путем? Все ли согласятся признать клонов людьми? Кем будут клоны в своем собственном восприятии? Как будем выглядеть мы в их глазах? Впрочем, здесь мы подходим к вопросу, который Церковь давно умоляет обсудить медиков и юристов: что есть человек; когда начинается и когда кончается человеческая жизнь (проблема абортов и эвтаназии); что делает человека человеком (проблема людей с увечной психикой).

В целом же эти аргументы вращаются вокруг проблемы прав человека: какие права есть у человека и кто именно обладает этими правами.

А есть ли у Церкви какие-то свои аргументы против клонирования, которые были бы специфически христианскими? Мне пока такие аргументы не встречались. Эмоциональные вскрики вроде того, что создание человека человеком есть узурпация прав Божественного Творца и потому прямой сатанизм, мне не кажутся убедительными. В конце концов, первоначально и свет возник по воле Божественного «да будет!». Теперь же сотворение света доступно и людям, и ничего кошунственного в работе электрика или оператора электростанции мы не видим.

Поспешность подобного рода аргумента видна из замечательной притчи, рассказанной Антуаном де Сент-Экзюпери в романе «Цитадель»: «Жил на свете один алхимик, он хотел раскрыть тайну жизни. И случилось так, что при помощи реторт, перегонных кубов, всяческих порошков и растворов ему удалось получить крошечный комочек живого теста. Набежали логики. Они повторили опыт, смешали порошки и растворы, зажгли огонь под ретортой и получили еще один живой комочек. Ушли они, громко крича, что тайна жизни больше не тайна. Что жизнь — естественная последовательность причин и следствий, взаимодействие при нагревании элементов, не обладающих жизнью. Логика, как всегда, великолепно все поняли. Они не поняли, что природа созданного и природа творчества не похожи друг на друга, твор-

ческая сила, исчерпавшись, не оставляет следов. Недаром творец всегда покидает свое творение, и творение поступает в распоряжение логики. И я смиренно отправился к своему другу геометру. «Где увидел ты новое? — спросил он. — Жизнь породила жизнь. Новая жизнь возникла благодаря алхимику, а алхимик, насколько я знаю, жив. О нем забыли, так оно и положено, творец растворяется и оставляет нам творение» (А. де Сент-Экзюпери. Цитадель./Согласие. 1993, № 3, с.210).

Если человек может создать жизнь, значит, он поистине несет в себе образ своего собственного Творца. Я убежден, что любые успехи науки лишь прославляют Творца нашего разума, а не хулят Его.

В реакции католического мира на клонирование гораздо больше специфически конфессионального, чем в реакции мира православного. Для католиков клонирование ставит серьезную богословскую проблему: будет ли наследоваться первородный грех людьми, появившимися без полового акта, а если будет, то как он будет им передаваться. Дело в том, что со времен Августина католики считали, что первородный грех передается через акт зачатия, потому что с актом зачатия связано некое «недолжное удовольствие». Брак допустим, и зачатие допустимо. Но, по слову латинского древнехристианского писателя Тертуллиана, «брак есть терпимое любодеяние». В эротическом наслаждении супруги теряют контроль над собой, наслаждаясь друг другом, забывают о Боге — и через эту лазейку в зачатый ими плод входит некая «порча»... А где же наслаждение у истоков той жизни, что получена путем операции над обычной, неполовой, соматической клеткой? Происхождение этой первичной клетки связано скорее с неприятностями. Так как же здесь будет передаваться «первородный грех»? Человек, зачатый без наслаждения и без соития, по логике августинизма, оказывается не под властью первородного греха.

Православие же не видит здесь вопроса. Биология скорее подтверждает наше давнее убеждение: человек создан для бессмертия. Некоторые

наши клетки (зародышевые) действительно бессмертны. Но поскольку клетка, взятая для клонирования, и существо, выращенное из нее, будут жить в нашем, падшем, мире, то дыхание «первородной» смертности, увы, все равно опалит ее. И не биологи, но лишь Тот, Кто Один имеет Бессмертие, может защитить нашу жизнь от смерти или вернуть нас к ней... Так что православной интерпретации первородного греха клонирование никак не противоречит. Скорее наоборот — дискуссии о клонировании важны для православной полемики с католичеством и августинизмом.

В частности, возможно обсуждение вопроса о том, через что же именно транслируется «первородный грех»: происходит ли это «по инициативе» родителей, которые, зачиная ребенка, передают ему свою страстность, или же это происходит не потому, как именно ребенок зачат, а потому, что он просто входит в наш больной мир. Во всяком случае, суждение Карфагенского собора 252 г. («Не возбраняется крещение младенцу, который, едва родившись, ни в чем не согре-



шил, кроме того, что происшедши от плоти Адама, восприял заразу древней смерти чрез самое рождение») допускает двоякое толкование.

Еще один вопрос состоит в том, будет ли человеком клонированное существо? В церковной письменности порой высказывались мнения, будто души детей содержатся в семени отца (теория традиционизма). Согласно ей уже в семени Адама были души всех нас. Все мы были в Адаме, когда он грешил, и потому мы тоже совинновы в том грехе... Соответственно ребенок, ведущий происхождение не от семени отца, а от его соматической клетки, не будет обладать душой.

Но и это точка зрения, воспринятая более католичеством, нежели православием. В православном понимании душа человека, его личность, творится Богом. Родители дают лишь тело. Поэтому вопрос для богослова здесь лишь в одном: пожелает ли Господь соединить с эмбрионом, полученным в результате клонирования, человеческую душу. Поскольку это вопрос о воле Бога — заранее ответа

быть не может. И весьма дерзким является поступок некоего священника, который отказался крестить младенца, о котором родители сказали, что он был «зачат в пробирке» (свящ. Анатолий Берестов с неодобрением рассказал об этом случае на Рождественских образовательных чтениях 1998 года). Думаю, что и относительно «клонов» Церковь будет настаивать на признании их людьми (чтобы не допустить проведения экспериментов над ними или разъятие их «на запчасты») и будет крестить и причащать этих малышей.

Этот вопрос, как ни покажется странным, в принципе уже решен церковным преданием. В «Требнике» свт. Петра Могилы есть чинопоследование «О крещении дивов и ин чуд родящихся». В нем предписывается: «Аще чудо или див некий от жены родитися приключит, и аще образ человеческий имети не будет, да не будет крещен. Аще же в том недоумение будет, да крестится под тою кондициею: Аще сей есть человек, крещается раб Божий имярек во имя Отца и прочая». (То есть если нет уверенности, что новорожденный — человек, но нет и доказательств обратного, его следует крестить, добавляя в начале: «Если это человек» — *Примеч. ред.*) Вообще, для Церкви характерно настаивать на том, чтобы границы класса существ, именуемых людьми, раздвигались. Для светских воззрений бывает, напротив, характерно стремление к сужению пределов человеческого бытия: дети в утробе матери — не люди; коматозные больные — не люди; дети, рожденные без мозга, — не люди; дети, пораженные болезнью Дауна, — тоже... Так что и в случае с клонированием не стоит идти против церковной традиции и отрицательно решать вопрос о том, люди ли будут сии «дивы» или нет.

Еще есть в церковной письменности предостережения от активизма, перекраивающего Богозданный мир. Нередко их используют как аргумент, поясняющий христианское неприятие клонирования. Но если уж честно использовать этот аргумент, то надо

перестать в храмах возжигать свечи из парафина (этого вещества не было в «Богозданном мире») до появления человеческой химии), заправлять лампадки вазелином, носить синтетику, печь просфорки (они ведь не растут на церковном дворе) и вообще жить в мире культуры. Мир «ноосферы» (не в смысле оккультно-каббалистическом, а в смысле чисто культурологическом: ноосфера как мир, которого коснулась человеческая деятельность) есть неизбежная наша среда обитания. И здесь не так уж просто решить: чего мы можем коснуться нашей перестраивающей десницей, а чего — нет. Во всяком случае, запрета на изменение мира и даже человека быть не может (если только мы не хотим запретить медицину как таковую). Обсуждению подлежит лишь вопрос о целях и последствиях нашего вмешательства.

Итак, на мой взгляд, само по себе клонирование не есть грех. Не есть нарушение какой-либо из сторон Библейского вероучения. Но слишком велика опасность греховного применения результатов клонирования, и потому разумнее и нравственнее было бы воздержаться от этих странных экспериментов.

Вновь повторю: мы против клонирования. Но против мы не потому, что мы защищаем свой катехизис, а потому, что мы просто люди. Какие-то аргументы окажутся у нас теми же, что и у людей неверующих. Какие-то окажутся в ходу не только у нас, но и у людей иных религиозных традиций. Но серьезных специфически христианских аргументов мне пока встречать не приходилось. Этого не надо стесняться. Напротив, это стоит подчеркнуть: ведь и так немало усилий прилагается нашими оппонентами для того, чтобы придать нам в глазах общественного мнения облик «луддитов», реакционеров, всегдашних врагов науки. Поэтому и стоит пояснить: наша брань не против науки. Мы просто хотим, чтобы использование достижений науки было либо человеческим, либо — никаким.



На мутациях без тормозов





ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В № 2 за этот год мы опубликовали статью В.В.Велькова «Стресс — ускоритель эволюции», которую автор посвятил памяти Н.В.Тимофеева-Ресовского. Это связано с тем, что в своей последней прижизненной публикации («Природа», 1980, № 9, с.62–65) наш выдающийся генетик не только указал на факторы, которые, с его точки зрения, определяют эволюцию, но и, уходя из жизни, поставил ряд важнейших вопросов перед новым поколением исследователей в этой области знания.

Статья В.В.Велькова, упомянутая выше, как раз и содержала ответы на некоторые из этих вопросов. Но если там речь шла о механизмах эволюции у микроорганизмов, то статья, которая сейчас перед вами, являющаяся, по сути, логическим продолжением предыдущей,— уже об эволюции среди многоклеточных организмов, в том числе и нас с вами.

Эволюция микробов... Оказалось, у них вполне гусарский характер: в моменты опасности (например, в условиях стресса, то есть при резком изменении условий внешней среды) они еще быстрее, чем в норме, раскручивают рулетку генетической изменчивости. Зачем? А вот повезет со следующей мутацией! Следующей, то есть счастливой, которая позволит не только выжить при стрессе, но и расширить свою генетическую изменчивость для противостояния всяческим напастям в будущем.

Именно так. Поэтому напомним, что такое эволюция у микроорганизмов. Это: 1) случайная генетическая изменчивость, 2) ее расширение в неблагоприятных условиях окружающей среды, включая повышение частоты перестроек генома и частоты межвидового генетического переноса, 3) естественный отбор. Совокупность именно таких механизмов и позволяет конкретно ответить на вопрос, поставленный Н.В.Тимофеевым-Ресовским в его последней публикации: «Какие усло-

вия, какие *дополнительные воздействия* будут направлять характер той прогрессивной эволюции, которая будет создаваться естественным отбором?»

О том, есть ли у микробов прогрессивная эволюция, можно долго и приятно спорить. Будем полагать, однако, что у многоклеточных организмов она все же есть (если считать, что прогрессивная эволюция направлена на усложнение строения организмов и на увеличение количества связей между его частями).

И как же прогрессивная эволюция у нас происходит? Благодаря тому же ускорению рулетки мутагенеза при ударах судьбы? Но если у микробов стресс ускоряет мутационный процесс во всем геноме всего организма (а их организм — это одна клетка, одновременно и соматическая, и репродуктивная!), то для многоклеточных это непозволительно. Мутации, внезапно возникшие в соматических клетках, потомкам, то есть детям, как известно, не передаются, но свести в могилу хозяина могут запросто. Классический и очень печальный пример последнего — злокачественный рост. Так что мутаций в соматических клетках «очень не надо».

Тихо, тихо ползи,
Улитка, по склону Фудзи,
Вверх до самых высот.

Исса

Есть (и всегда была) у нашей российской интеллигенции теория малых добрых дел. Этой теорией интеллигенция утешает себя в периоды периодических обострений авторитаризма, тоталитаризма и номенклатурного криминализма. Суть проста: малые добрые дела пусть сразу и незаметны, но если делать их постоянно и повсеместно, то они обязательно приведут к эволюции общества в положительном, с позиций интеллигенции, направлении.

В аналогии такая точка зрения соответствует теории непрерывной и постепенной эволюции — градуализма. Но есть и другая теория — пунктуализм (от латинского «to punctuate» — ставить знаки препинания, перемежать), или сальтационизм («saltuatum» — скачкообразно). Тут речь о прерывистой, точнее, скачкообразной эволюции, автором которой считается немецкий генетик Рихард Гольдшмидт. Споры между градуалистами и пунктуалистами во все времена и до сих пор обычно проходят очень живо. И впрямь, предмет для дискуссий есть: если правы градуалисты, то хоть ляг и умри, а между соседними видами в эволюционной линии развития долж-

ны быть переходные формы. А их нет! Значит, утверждают сторонники пунктуализма, эволюция происходит прерывисто, скачками. Кто тут прав? Последние, то есть пунктуалисты? Не исключено, поскольку они действительно глубоко копают, ибо в большинстве своем по профессии палеонтологи и палеоботаники.

Вот фрагмент типичной дискуссии.

— Посмотрите, — запальчиво говорит с трибуны очередной и очень известный в науке пунктуалист, — посмотрите на этот царствующий вид. (Тут демонстрируются красивые слайды!) А после него — тоже царствующий, но другой. (Прекрасные слайды!) И между ними — никаких промежуточных форм, никаких! Значит, эволюция идет скачками.

— Этого не может быть потому, что не может быть никогда! — снисходительно улыбается оппонент-градуалист. И тоже слайд: дифференциальные уравнения, где представлены постоянная скорость изменчивости, коэффициенты селективности, ну и так далее. — Посмотрите на эту непрерывную плавную линию, бесконечно идущую вверх, — это и есть эволюция! А то, что вы не нашли промежуточных форм, так лучше надо копать, господа!

Кстати, читатель, а лично вам что больше нравится: теория осторожных малых добрых дел или смелый путь реформизма?

А вот что нравится биологической эволюции.

Есть у нас, человек, такой метод мышления — по аналогии. Вот и воспользуемся им. Итак: если повышение скорости мутагенеза в соматических клетках может вызвать их быстрый рост (например, рост злокачественный — рак), то пусть тогда стресс вызывает мутации только в репродуктивных клетках — именно в этих последних, а ни в коем случае не в соматических! К нашему счастью, этого не происходит. И, как известно, по своей эффективности метод «мышление по аналогии» стоит на втором месте после мычания простого. Слава Богу, природа гораздо хитроумней, чем мы можем предположить.

Поэтому давайте зададим такой простой вопрос: что больше нравится не нам, существам разумным, а именно биологической эволюции?

Нет ничего тайного,
что не сделалось бы явным,
и ничего не бывает потаенного,
что не вышло бы наружу.

Марк, 4, 22

Хитроумные и изощренные механизмы утаивания важной информации в нашей

общественной жизни разработаны давно и совершенствуются постоянно. А вот о молекулярных механизмах утаивания генетической информации стало известно совсем недавно.

Впрочем, то, что значительная часть генетической информации содержится в геноме в скрытом состоянии, было установлено еще в начале прошедшего века. Торможение генетической информации — точнее, торможение ее проявления. Наверное, именно так следует перевести на русский язык новый термин «buffering of genetical information», которым теперь обозначают целый комплекс фундаментальных биологических явлений, обнаруженных Н.В. Тимофеевым-Ресовским еще в 1923 году, когда на Звенигородской гидрофизиологической биостанции он исследовал проявление скрытых мутаций в природной популяции мушек *Drosophila funebris*.

Речь идет о двух, с тех пор ставших в генетике классическими, понятиях. Первое из них — пенетрантность: иногда мутации проявляются не у всех ее носителей, а только у части таких особей, большей или меньшей. То есть среди мутантов-носителей эти аномалии в определенной доле случаев никак не проявляются. Второе — экспрессивность: если мутации все же проявляются, то у разных особей с различной степенью выраженности.

Это — факты, отмеченные не только среди дрозофил, но, к сожалению, и среди людей. Да, часть из нас (спасибо, малочисленная) тоже отягощена доминантными мутациями, определяющими развитие целого ряда тяжелых наследственных заболеваний — например, нейрофиброматоза, ахондроплазии, синдрома Марфана. Родословные с такими болезнями генетики изучают издавна и очень внимательно, и в этих семьях отмечено то же: 1) ребенок — носитель мутантного гена не всегда заболевает данной болезнью (то есть пенетрантность конкретной мутации равна не единице, а, скажем, 0,9 или 0,8); 2) если такая доминантная наследственная аномалия все же проявляется (а проявляется она клинически, как правило, все-таки в подавляющем большинстве случаев), то степень выраженности симптомов у разных больных далеко не одинакова — от мягких форм, особо не мешающих жить и творить (классические примеры — Х.К. Андерсен, К.И. Чуковский, А. Тулуз-Лотрек) до крайне тяжелых.

Так вот: почему все это и, главное, для чего? Какую генетическую информацию надо скрывать, а если проявлять, то по-разному?

Мутации, в большинстве своем, нарушают нормальную трехмерную конформацию белковых молекул. Такой мутантный белок или не может хоро-

шо выполнять свою функцию, или не активен вообще. И если белок, о котором речь, жизненно важен (ничто в клетке не может заменить его важной функции), то организм погибает.

Отсюда вполне понятно, для чего организму надо скрывать, точнее, тормозить проявление генетической информации. Для того чтобы возникшие вредные мутации не могли реализовать своего действия, то есть не портили жизнь белковым молекулам, соответственно их хозяину — особи.

Как это может происходить? Логика подсказывает: хорошо бы трехмерную структуру жизненно важных белков сделать нечувствительной к точечным мутациям, то бишь к аминокислотным заменам. И в ходе эволюции такой механизм был изобретен! Тут всем нам на помощь приходят особые белки — шапероны. Так, например, одна из функций шаперона HSP90 состоит в том, что он присоединяется к тем белкам, у которых из-за возникшей мутации сформировалась ненормальная трехмерная конфигурация, и выправляет ее. Да, мутация в гене произошла, однако мутантный белок работает как в норме, организм вполне жизнеспособен, но... мутация передается потомкам!

Молекул шаперона HSP90 в цитоплазме клеток много. И вот что принципиально: хотя это стрессовый белок, но его много и при нормальных условиях среды. Именно в нормальных условиях он исправляет конфигурацию жизненно важных мутантных белков. А это — и белки-регуляторы активности генов (факторы транскрипции), и белки трансдукции сигнала, то есть белки, передающие регуляторный сигнал по цепочке от первого белка рецептора к следующему, и так до крайнего, который и есть фактор транскрипции.

Итак, с одной стороны, очень хорошо: есть механизм защиты от вредного действия мутаций. А с другой стороны? Да, хорошо не очень, точнее, плохо: мутации хоть и не вредят, но накапливаются безнаказанно, ибо естественный отбор не удаляет их из популяции.

Законный вопрос: и как же тогда эволюционировать? Ведь что нужно для прогрессивной эволюции, которая не занимается мелкими улучшениями (микроэволюцией), а сразу открывает пространство новых возможностей (это и есть макроэволюция)? Нужно, наверное, чтобы мутации не изменяли уже существующие признаки (скажем, длину лапы), а приводили к возникновению новой формы (крыла, например). Но можно ли представить себе, чтобы мутации происходили преимущественно в генах, ответственных за формирование, то есть морфогенез?

нез? Скорее всего, нет. Такие мутации окажутся в итоге более вредными, чем те, что слегка удлиняют лапу, поскольку они (их иногда называют макромутациями) могут нарушить всю программу развития тела, всю!

Тогда, может быть, лучше наоборот: предохранить гены морфогенеза от мутаций? Получается, именно так: тот же шаперон HSP90, как полагается, исправляет еще и структуру мутантных белков, ответственных (внимание, сейчас будут сказаны ключевые слова!) за реализацию программы морфогенеза. Ибо ошибка в реализации этой программы — это если не верная и быстрая смерть, то серьезное уродство. Макромутация, одним словом.

И прогрессивная эволюция, выходит, шаперонами предотвращается?

Смертельный номер!
Слабонервных женщин
и детей просят не смотреть!
Объявление в цирке

А вот сейчас будут сказаны уже самые ключевые слова. При стрессе, когда из-за резкого ухудшения условий среды в клетке появляется много белков с аномальной трехмерной структурой, шапероны, чтобы спасти клетку от неминуемой гибели, мобилизуются на исправление белков, утративших правильную трехмерную структуру из-за мутаций. И уже вскоре число молекул HSP90 становится ниже критического уровня — того именно, который необходим для исправления мутантных белков, ответственных за морфогенез. Торможение генетической информации (торможение ее проявления) прекращается, и частота мутантов уже на уровне фенотипа в популяции резко возрастает. То есть происходит взрывное проявление ранее накопленных, молчащих мутаций. Именно это и приводит к резкому изменению морфогенеза! (Для особо интересующихся: см. Rutherford S.L., Linqvist S., «Nature», 1998, 396, 336–342.) В цирке это называется сальто-мортале — смертельный прыжок. В биологии — сальтационизм.

Это доподлинно показано на дрозофиле. Когда число молекул шаперона HSP90 становится меньше кри-

тического, то у 90% особей, у которых изначально были скрытые мутации, проявляются резкие морфологические изменения. А если такую популяцию вернуть в нормальные условия внешней среды, то все эти морфологические изменения сохраняются и те мутации, которые раньше были скрытыми, станут явными. Для естественного отбора. Уж если мутантный белок морфогенеза хоть раз реализовался де-факто, то он становится «нормальным» де-юре и шаперон его аномальным уже не признает.

И что в общем? А в общем то, что прогрессивная эволюция происходит скачками. Путем реализации при стрессе ранее накопленных, но не проявившихся мутаций. И поэтому, градуалисты и пунктуалисты, обнимитесь и пожмите другу другу руки! Мутационный процесс идет непрерывно и постепенно, но реализуется скачками и резко.

И вот как теперь выглядят основные постулаты эволюции, и эволюции именно прогрессивной. Это: **1) случайная генетическая изменчивость, которая (2) накапливается в генах, ответственных за морфогенез, но проявляется только в неблагоприятных условиях окружающей среды, то есть при стрессе, и 3) его величество естественный отбор.**

Так звучит ответ на вопрос, который в своем научном завещании поставил Н.В.Тимофеев-Ресовский. Ответ получен через двадцать лет.

На этом можно было бы и закончить, если бы не один нюанс.

В конце той самой, последней своей статьи мэтр озадачил нас еще одним, теперь уж действительно последним вопросом: «*Обязательно ли длительное действие естественного отбора ведет к прогрессивной эволюции?*»

И сам ответил: «Хочется думать, что ведет».

То есть он хотел бы так думать, но не мог. Почему?



Разные разности

Выпуск подготовили

М.Егорова,
М.Литвинов,
Е.Лозовская,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская

Магнитное поле спасает земную жизнь от разрушительного солнечного ветра — потока частиц с огромной энергией, летящих от Солнца во все стороны. За надежную защиту приходится расплачиваться: вокруг планеты то и дело бушуют геомагнитные штормы, будоража ее атмосферу. Так называемая «космическая непогода» нарушает передачу радиосигналов и энергии на далекие расстояния, калечит спутники.

Исследователи все больше интересуются событиями, происходящими в сотнях километров над поверхностью Земли. Двухлетние наблюдения космического корабля IMAGE (США) позволили узнать много нового о роли нашей планеты в этих процессах. «Земля активно участвует в создании космической погоды», — говорит физик Р.Фишер из НАСА.

Магнитосфера Земли отклоняет большинство частиц солнечного ветра, и они уносятся в космическое пространство. Однако некоторые из них сталкиваются с частицами атмосферы, в том числе и с молекулами кислорода, превращая их в ионы. Солнечные вспышки умножают силу ветра, и энергия ионов кислорода в верхних слоях ионосферы (на высоте около 1000 километров) становится в сто тысяч раз больше обычной.

Каждая солнечная вспышка уносит около ста тонн кислорода из ионосферы Земли. От земной гравитации убегает большинство ионов кислорода, но остальные попадают в ловушку магнитного поля Земли. Они перетекают с дневной стороны земного шара на ночную, образуя своеобразный хвост планеты. После наблюдений ученые решили, что именно эти ионы, а не солнечные частицы производят сильные электрические токи и запускают геомагнитные бури («New Scientist», 2002, 10 мая).



Американские ученые пришли к выводу, что образ объекта в мозгу хорошо сохраняется и воспроизводится тогда, когда ритмы электрической активности в разных областях мозга согласуются между собой. Это открытие поможет понять, почему возникают нарушения памяти.

Д.Харт, С.Слотник и их коллеги из Арканзасского медицинского университета в США предположили, что целостное представление о предмете возникает тогда, когда объединяется деятельность нескольких участков мозга. В них по отдельности хранится информация о запахах, звуке, внешнем виде и названии этого предмета. Измерив показатели ритмов, которые мозг использует для «общения» между участками, исследователи доказали, что при воспроизведении образа активизируется таламус (зрительный бугор). Эта область мозга связывает несколько других, управляя ритмами электрических сигналов.

«Похоже, что электрические сигналы синхронизируют работу областей мозга, в которых хранятся части образа, чтобы они могли соединиться», — говорит Харт. — Это объясняет, почему иногда мы можем вспомнить сразу весь предмет, а иногда представляем его только частями. При этом у нас возникают ассоциации, например «это животное, горбатое, может жить в пустыне...». Такое происходит, когда ритмы не синхронизированы нужным образом. Однако воспоминание может всплыть через некоторое время».

Возможно, люди, страдающие потерей памяти при болезни Альцгеймера, инсультах и травмах головы, на самом деле не теряют информацию, просто они не могут ее извлечь. Харт считает, что проводить диагностику пациентов с расстройствами памяти нужно, объединив психологические методы тестирования, функциональный магнитный резонанс и измерения электрической активности мозга («EurekAlert!», 2002, 9 мая).

К сожалению, люди обделены способностью воспринимать ультрафиолетовые лучи. Вот мы и не можем по-настоящему оценить красоту рыбок-гуппи и понять, почему одни из них более привлекательны, чем другие. Разобраться в этом вопросе попытались сотрудники Института экологии в Мехико под руководством К.М.Гарсия. Они изучали, как самки рыбок выбирают партнера.

Оказалось, что солнечный свет, в том числе и его ультрафиолетовая составляющая, отражается от серебристых полосок на теле и от жаберных крышек самцов. Самки, улавливая эти сигналы, предпочитают тех женихов, у кого опознавательные знаки видны более отчетливо.

«Мы упускали из виду один из видов коммуникации в животном мире», — говорит Гарсия. Известно, что многие представители животного мира, включая рептилий, амфибий, птиц и рыб, улавливают ультрафиолетовые лучи, но только теперь ученые сообразили, зачем это нужно. Пять лет назад Д.Партридж из Бристольского университета выяснил, что самки птиц используют эту способность при выборе партнера. Хотя поведение рыб и птиц определяется не только ультрафиолетовыми сигналами, их нельзя сбрасывать со счетов.

Гарсия обращает внимание и на то, что в мутной воде различные сигнальные приспособления видны по-разному. Некоторым самкам нравятся одни, некоторым — другие. В результате части единой популяции могут оказаться изолированными, а вид разделится на несколько. Хотя чересчур грязная вода может просто лишить гуппи возможности замечать друг друга («Nature News Service», 2002, 13 мая; «Behavioral Ecology», 2002, т.13, с.11).



Медведи, барсуки и другие крупные животные во время зимней спячки надолго не остывают, а то можно и не проснуться. Это могут позволить себе только звери поменьше: суслики, сурки, бурундуки. У них температура тела зимой почти всегда низкая, порой всего 5°C, однако изредка она повышается. Казалось бы, зачем попусту тратить такую нужную энергию?

Разгадать эту загадку решили Б.Прендергаст и его коллеги из университета штата Огайо. Они изучали калифорнийских сусликов, у которых зимой сердце делает два удара в минуту. Раз в неделю зверек просыпается на 12–16 часов, и его тело разогревается примерно до 37°C. Такие побудки отнимают около 80% запасенной на зиму энергии.

Физиологи принесли в лабораторию три десятка сусликов и присоединили к ним датчики, измеряющие температуру тела каждые пять секунд. Когда животные впали в спячку, им ввели липополисахарид из наружных стенок бактерий. Обычно он вызывает у грызунов высокую температуру, но во время спячки она увеличивалась всего на один-два градуса в течение восьми часов.

Несколько дней спустя зверьки начали просыпаться и температура их тела выросла: они начали реагировать на липополисахарид. Прендергаст полагает, что все дело в клетках-макрофагах. Именно они первыми отвечают на инфекцию, вызывая жар. «Если их держать в холоде, они, вероятно, бездействуют. Но если их подогреть, они, в свою очередь, начинают разогревать организм», — говорит он.

А смысл этих пробуждений в том, что организм проверяет: нет ли в нем возбудителей болезней или паразитов («New Scientist», 2002, 4 мая; «American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology», 2002, т.282, с.1054).



Помидоры бывают всякие: вытянутые, плоско-округлые, овальные, сердцевидные, круглые, почти цилиндрические; с округлой или заостренной верхушкой, ребристые и складчатые.

До сих пор было не вполне понятно, игра каких генов порождает это богатство. И вот недавно Е.Ван дер Кнаап, З.Липпман и С.Танскли из Корнелльского университета и других организаций нашли четыре гена, которые определяют, насколько помидоры вытянуты или близки к сфере («Theoretical & Applied Genetics», 2002, т.104, с.241).

Они скрестили сорт «Длинный Джон» и один из видов диких томатов. У первого плоды вытянутые, а у второго — круглые, почти идеально сферические. У потомков скрещивания во втором поколении плоды оказались самыми разнообразными. Их форму сопоставили с набором генов и выяснили, какие гены отвечают за удлиненность завязи, а затем и плода. Оказалось, что таких генов немного, всего четыре. Два из них уже были хорошо изучены, а два других почти нет. При скрещиваниях они по-разному комбинируются и дают то множество форм помидоров, от вытянутых до круглых, которое так радует селекционеров и едоков.

Знание генов, отвечающих за внешний вид помидоров, позволит более точно планировать скрещивания, чтобы получить нужный результат. А кроме того, гены можно будет переносить и изменять с помощью методов геной инженерии. Вероятно, таким образом удастся получить и совсем необычные томаты. Почему бы им не завиваться спиралью или не быть плоскими, как патиссоны?



Тюремщиков обмануть сложно, но все же иногда удается. Американские и южноафриканские ученые открыли, что жуки, пойманные пчелами и заключенные в «камеру», хитростью заставляют своих сторожей кормить их.

В последнее время в США настоящим проклятием для пчел стали жуки, случайно завезенные из Южной Африки в 1990 году. Захватчики, прикрывшись от укусов жестким панцирем, нападают на ульи медоносных пчел и похищают пыльцу, мед и даже личинок. Пчелы не могут убить их и просто замуровывают в камеры, сделанные из смолы деревьев. Однако стенки тюрьмы недолговечны, и пчелы-работницы сторожат арестантов снаружи.

«Жуки могут находиться в заключении месяцами», — говорит Р.Хепберн, энтомолог Родесского университета в Грейамстауне (ЮАР). Он и его коллеги в США поселили пчел в прозрачный улей и записали на видеокamera, как жуки, подражая пчелам, касались усиками стражей и получали от них капельку меда. Когда ученые добавили краситель в мед лабораторных пчел, то уже на следующий день обнаружили его в тельцах жуков. «Жуки пользуются теми же сигналами, что и пчелы, когда хотят получить еду», — отмечает П.Ньюманн, энтомолог Университета им. Мартина Лютера в Галле (Германия).

В биологию мало таких примеров. Большинство животных, кормя других, требуют что-то взамен. Быть может, пчелы действительно получают от жуков какую-то пользу, но пока непонятно какую. Скорее всего, жуки просто выгодно приспособились к своему бедственному положению заключенных («Nature News Service», 2002, 16 мая).



Джазовые музыканты, предпочитающие свободную импровизацию, скоро смогут использовать в качестве сопровождения программу «SwarmMusic».

Сотрудники Университетского колледжа в Лондоне Т.Блэквелл и П.Бентли изучают возможность моделирования на компьютере природных процессов. Они уверены, что музыкальная импровизация — такая же самоорганизующаяся система, как рой пчел или птичья стая. Используя основные законы этих естественных систем, например «двигайся по направлению к середине роя» или «не сталкивайся с соседями», они создали программное обеспечение, которое позволяет аккомпанировать импровизирующему музыканту («New Scientist», 2002, 6 мая).

Программа рассматривает музыку как движение точек в трехмерном пространстве, где координаты — высота, громкость и продолжительность звука. Когда солист играет, вокруг каждой ноты в этом пространстве начинается «метаться» рой виртуальных частиц, или точек. Это напоминает кружение пчел над цветами. Время от времени положение каждой точки преобразуется в музыкальную ноту или аккорд, которые звучат, сопровождая музыканта, опаздывая на такт или больше. Порой при этом создаются небольшие ритмические фигуры, сопровождающие сольную импровизацию в джазе. Чтобы результат оказался приятным для слуха, частички в трехмерном пространстве едва касаются основной ноты, заданной исполнителем, и приближаются к ней не слишком быстро, чтобы не получилась всего лишь пародия на игру солиста.

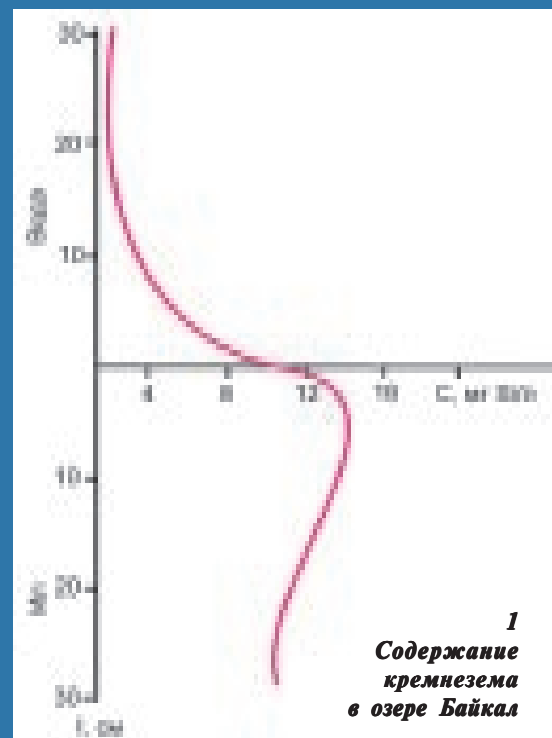
По мнению авторов разработки, такое программное обеспечение позволяет создавать музыку, в компьютерное происхождение которой трудно поверить. Возможно, результат понравится не каждому меломану. Но ведь и джаз, а особенно свободные импровизациилюбят не все.



Кремний в биосфере

Доктор
химических наук

Е.Н.Офицеров,
Ульяновский
государственный
университет



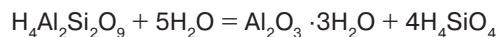
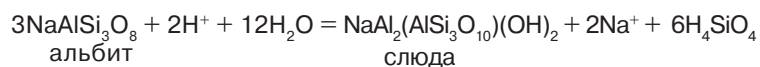
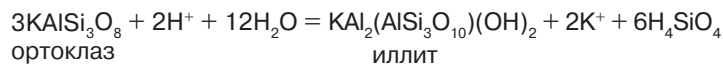
1
**Содержание
кремнезема
в озере Байкал**

*С*начала о вещах всем известных. Кремний широко распространен в Космосе и второй после кислорода элемент на Земле. Его процентное содержание в Земной коре — 27,6%, то есть каждый четвертый атом на Земле — атом кремния. Земная кора более чем наполовину состоит из кремнезема (диоксида кремния), силикатных и алюмосиликатных пород. Природные соединения кремния давно известны, но в чистом виде его получил «король химиков» Берцелиус только в 1823 году. В нашем организме кремния немного (0,001%), на уровне примесей.

Круговорот кремния

Тысячелетиями на Земле совершаются круговорот и перераспределение веществ. Что касается соединений кремния, то это происходит примерно так: магма, которая состоит в основном из оксидов кремния, выливается на поверхность Земли и застывает — получается магматическая порода. Постепенно она выветривается — этому способствует химические, физические и биологические факторы, а воды сносят кремнезем в пониженные места, большей частью в моря и океаны. Образуются мощные слои осадочных пород, которые со временем погружаются на большие глубины и там, при повышенных давлениях и температурах, частично переплавляются и превращаются снова в магму. А потом круговорот повторяется, поскольку магма снова стремится в верхние горизонты земной коры.

Магма, вырвавшаяся на Землю, постепенно кристаллизуется. Сначала образуется оливин $(Mg, Fe)_2SiO_4$, потом метасиликатные цепи пироксенов, более сложные структуры $[Si_4O_{11}]_n^{6-}$ и разнообразные полевые шпаты $[Al, Si]_nO_{2n}$. И наконец, на заключительной стадии образуется плохо растворимый кварц SiO_2 , который почти не выветривается. Выветриваются и вымываются из магматической породы хорошо растворимые формы кремния, например кремниевая кислота, которая может образовываться многими путями (напомним, что кремниевые кислоты имеют общую формулу $nSiO_2 \cdot mH_2O$, и сейчас мы говорим об ортокремниевой кислоте):



Однако это не единственная растворимая форма кремния. Тот же самый диоксид кремния (кремнезем) может быть очень хорошо растворим — все дело в том, в какой модификации он находится (см. дальше «Многоликий диоксид кремния»). Воды рек переносят в огромных количествах вымытые аморфный растворимый кремнезем, взвеси глинистых частиц и растворы ортокремниевой кислоты. Ежегодно реки доставляют в океан, по самым скромным подсчетам, $4,3 \cdot 10^8$ т растворенного кремнезема в самых разнообразных формах, включая коллоидную.

Считается, что по-настоящему растворенный кремний находится в виде ортокремниевой кислоты и поликремниевых кислот переменного состава $mSiO_2 \cdot nH_2O$. Пока вода нейтральная, ортокремниевая кислота не диссоциирует, но чуть среда подкислится, и она переходит в три-, тетра- и поликислоты. Постепенно раствор превращается в желатинообразный студенистый гель. Растворенная кремниевая кислота должна приходиться в равновесие с твердой фазой (SiO_2) в грунтовых и придонных растворах. Но концентрация растворенного кремния в воде поддерживается постоянной в течение миллионов лет и не достигает равновес-

ной. Так куда же исчезают сотни миллионов тонн кремния, приносимых реками ежегодно в озера, моря и океаны? Какие механизмы позволяют поддерживать постоянной концентрацию кремния? И так ли уж инертен и нерастворим песок, покрывающий наши пляжи?

Пожиратели кремния

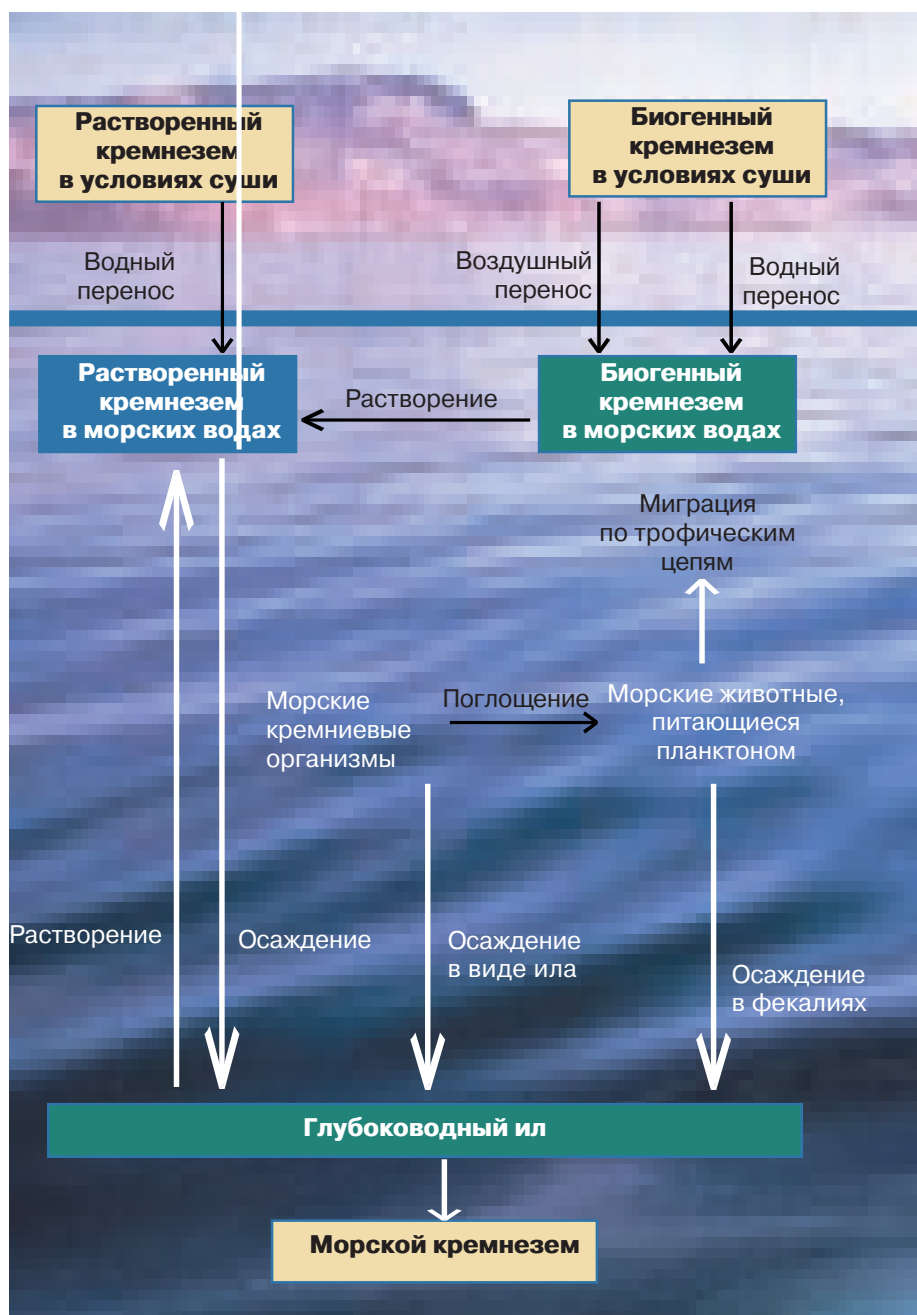
До 60-х годов XX века кремний считали биологически инертным элементом — ведь силикаты и диоксид кремния практически нерастворимы в воде. Да и стекло, керамика и другие материалы на основе SiO_2 , которые мы используем в быту, — совершенно стабильны и инертны. Сейчас установлено, что кремний присутствует во всех организмах и играет определенную, а порой определяющую роль в их жизнедеятельности. Некоторые ученые предполагают, что на ранних этапах эволюции органические кремниевые эфиры могли выполнять ту же функцию, какую сейчас выполняют сульфатные и фосфатные эфиры.

Вернемся к вопросу о том, что поддерживает постоянной концентрацию



2 Круговорот кремния в биосфере

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



кремния в воде. По всем расчетам, содержание кремния в водоемах должно быть десятки миллиграмм в литре, а, например, в озере Байкал (рис. 1) его не больше 4 мг/л. Почему же не происходит насыщения воды растворимым кремнеземом? Приходится сделать вывод, что кремниевые соединения кто-то ест, а уж потом на дно постепенно осаждаются биогенный кремниевый ил. И действительно, такие организмы есть: это диатомовые водоросли, радиолярии, силикофлагелляты и кремниевые губки. Минимальная концентрация кремнезема, необходимая для роста диатомей, равна 0,2 мг SiO₂/л. Основные поглотители кремниевых соединений — это диатомеи (одноклеточные водоросли диаметром от 4 до 2000 мкм, обитающие в поверхностных

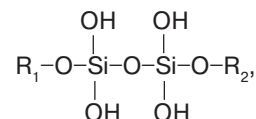
слоях морей, океанов, рек и внутренних водоемов) и радиолярии (морские простейшие животные, которые живут в океане). Диатомовые водоросли производят огромные количества органического вещества, они дают почти четверть мировой первичной продукции, создаваемой растениями, а это около 4 · 10¹⁰ тонн. Мне кажется, что эти цифры однозначно свидетельствуют о сопряженности круговоротов углерода и кремния, — а ведь на это мало кто обращает внимания.

Ископаемые остатки говорят о том, что в прошлом силикофлагелляты и кремниевые губки были распространены гораздо шире, чем сейчас, и тоже играли важную роль в океаническом цикле кремнезема.

Итак, растворенный кремнезем по-

глощают простейшие организмы, поэтому его содержание в водоемах уменьшается (рис. 2). Эти одноклеточные строят себе внешний и внутренний скелет, клеточную стенку, чешуйки, спикулы, иглы и фитолиты из аморфного кремнезема, переводя его в хорошо растворимые кремнийорганические соединения, которые после гибели хозяина скелета переходят в морской осадок. Установлено, что кристаллы в таких структурах имеют размеры не больше 1 нм — вот почему так хорошо растворяется биогенный кремнезем. Когда пожиратели кремния погибают, они вместе со своими кремниевыми скелетами опускаются на дно, где постепенно разлагается и растворяется их скелетный материал. Растворение скелета сочетается с другими химическими реакциями, в которых участвуют угольная кислота и органические кислоты.

Мы знаем, кто поглощает кремний, но как это происходит — до сих пор непонятно. Как простейшие «переводят» неорганические соединения кремния в органические, точно неизвестно, есть только догадки. Возможно, в этом участвуют специальные ферменты, и цепочка реакций предполагает образование кремниевых эфиров, которые образуются при взаимодействии ортокремниевой кислоты с гидроксильны-



где R₁ и R₂ — остатки сахаров.

ми группами углеводов:

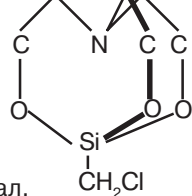
Единственное, что удалось установить точно: поглощение кремния и построение специализированных органелл на его основе контролируется генетически. Кроме того, у диатомовых водорослей без кремния не идет синтез ДНК — значит, кремний регулирует клеточный цикл на уровне репликации ДНК.

Поскольку никто так и не смог выделить ферменты, участвующие в синтезе кремниевых скелетов или створок, через образование кремнийорганических соединений, мы попытались ис-

пользовать подход от противного: если мы найдем ферменты-антиподы, расщепляющие связь Si–O–C (которая присутствует в сформированных скелетах), то, значит, должны существовать и ферменты, которые синтезируют соединения с такими связями.

О микробном метаболизме соединений кремния

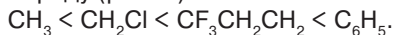
Существует такое кремнийорганическое соединение — хлорметилсилатран, больше известное под названием мивал.



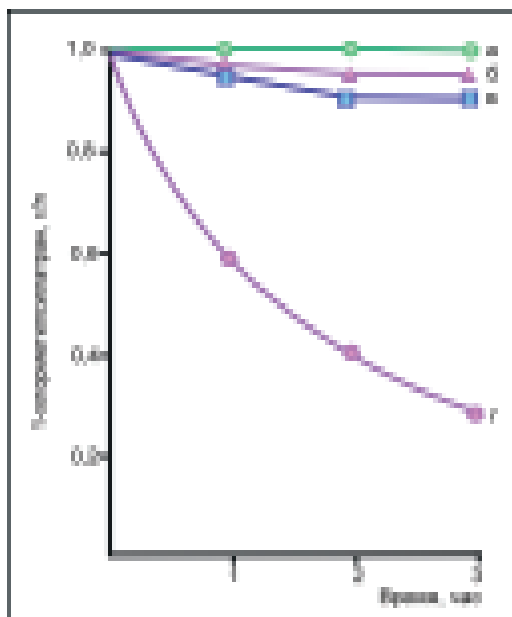
ем мивал.

Его биологические свойства изучали академик М.Г.Воронков и его ученики. По их данным, мивал увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, повышает яйценоскость кур, плодовитость тутового шелкопряда и помогает бороться с облысением. При изучении микробного метаболизма этого соединения мы выделили и охарактеризовали ферменты, гидролизующие или расщепляющие Si–O–C связи.

Объектом нашего внимания стали несовершенные дрожжи *Rhodotorula mucilaginosa*, которые мы растили на средах с мивалом. Объект выбрали не случайный — эти дрожжи участвуют в первичном почвообразовании на кремнийсодержащей породе вулканов. Оказалось, что *Rhodotorula mucilaginosa* гидролизует мивал довольно быстро с помощью ферментов, которые клетка не выбрасывает в окружающую среду, а держит при себе в наружном слое клеточной оболочки. Нам удалось выделить фермент, расщепляющий кремнийорганические соединения, — это внеклеточная, образующаяся только в присутствии кремнийорганических соединений, неспецифическая гидролаза, активируемая ионами меди. Как оказалось, такая гидролаза расщепляет Si–O–C связи не только в мивале, но и в других подобных соединениях кремния, когда группа CH_2Cl замещена на другие радикалы, причем скорость гидролиза эфиров увеличивается в ряду (рис. 3):

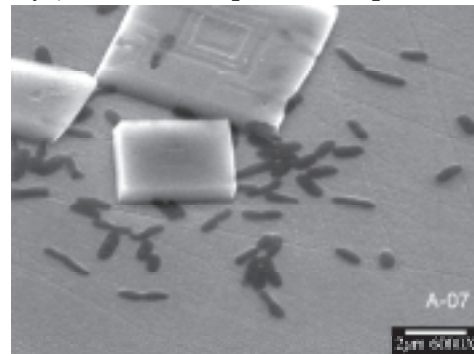


Диатомовые водоросли тоже легко гидролизуют все эти силатраны, только гидролизующие ферменты у них так и не удалось пока выделить. В продуктах гидролиза, которые предполагались в области слизистой кап-

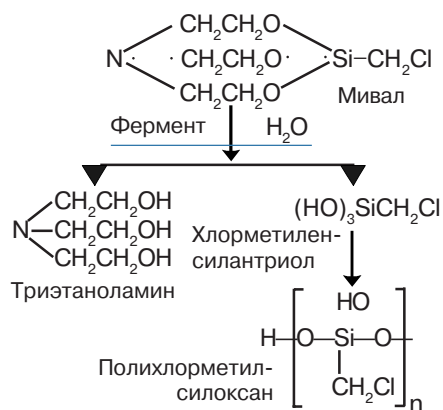


3
Расщепление соединений кремния неспецифической гидролазой:
а — CH_3 -производное,
б — мивал,
в — $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ -производное,
г — C_6H_5 -производное

Экстремофильная бактерия, живущая на чистых кристаллах германия



сулы дрожжей (где находится и сам фермент), обнаружилось триэтаноламин и кремнийсодержащий полимер.



При очень большой концентрации мивала вся капсула дрожжей покрывается слоем полисилоксана — продуктом гидролиза дрожжей (есть данные, что это защищает растительные клетки от повреждающих факторов, с чем и связано полезное действие мивала).

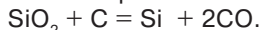
Итак, на сегодня известно, что есть ферменты, разрушающие кремнийорганические соединения, а значит, в живой природе должны быть и ферментные системы, которые их синтезируют. Что нам это даст? Конечно, лучшее понимание механизмов живой природы, может быть, более ясное представление о том, как действуют коммерческие препараты на основе кремния (не только мивал, но и другие). Но может быть, главное — станет понятнее, каким путем шла эволюция на нашей планете (см. «Химия и жизнь», 1982, № 12). Дело в том, что самое большое содержание крем-

ния найдено у первых появившихся на Земле растений. Чем позднее появился вид, тем меньше он содержит кремния. Большинство видов живых организмов, построенных на основе соединений кремния или использующих кремний, исчезло в ходе эволюции, но количество их сохранившихся останков очень велико. Одно из крупнейших в мире месторождений диатомитов Ломпок в штате Калифорния миоценового периода тянется вдоль западного побережья США на сотни километров. Толщина пластов достигает 300–400 м. Сколько миллионов лет понадобилось для накопления такого количества биогенного кремнезема на месте бывших морей и какое изобилие организмов, использующих кремний, царило тогда! Огромные запасы диатомитов с толщиной пластов 80–100 м найдены и в России — в Поволжье и Зауралье. Только разведанные запасы в нашей стране составляют свыше 1 млрд. тонн. Диатомиты — ценное нерудное и, что самое главное, возобновляемое сырье. Весь мир пьет пиво, для осветления которого используется кизельгур — обработанный диатомит. Диатомиты — это фильтрующие материалы, наполнители, исходное сырье для получения цемента, огнеупоров, теплоизоляции, гранулирования сливающихся химических продуктов и т.д. Кстати, известный всем динамит, изобретенный Нобелем, стали широко использовать в качестве взрывчатого средства только после добавления в тринитроглицерин диатомита, что и закреплено в его названии.

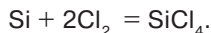
Расшифровка механизма биосинтеза кремнийорганических соединений

в природе может иметь совершенно неожиданное прикладное значение. Если мы сумеем направленно его использовать, то могут появиться совершенно фантастические технологии: например, люди могли бы без особых усилий строить в океане каркасы различных сооружений (опоры мостов, платформы для добычи нефти). Точнее, этим бы занимались микроорганизмы, а людям оставалось бы поднимать готовые секции на корабли и доставлять по месту назначения. Но уже сейчас ясно, что на основе биогенного кремнезема — остатка диатомей можно создать бесхлорные, экологически чистые методы синтеза многих кремний-органических соединений.

Сейчас во всем мире для промышленного получения органических производных кремния используют следующую схему. Сначала получают кремний восстановлением двуоксида кремния в электрических печах углем:



Полученный по этому способу кремний всегда содержит примеси, поэтому необходима дополнительная очистка. Затем кремний хлорируют:



В дальнейшем SiCl_4 используют для получения различных производных (побочные продукты HCl или MgCl_2):

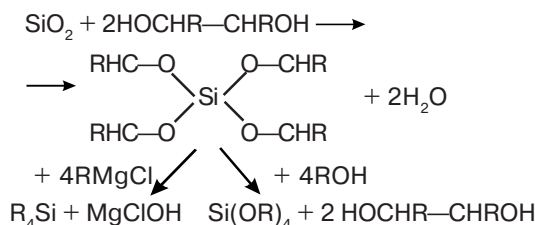
$$\text{SiCl}_4 + 4\text{ROH} = \text{Si}(\text{OR})_4 + 4\text{HCl},$$

$$\text{SiCl}_4 + 4\text{R}_2\text{NH} = \text{Si}(\text{NR}_2)_4 + 4\text{HCl},$$

$$\text{SiCl}_4 + 4\text{RMgCl} = \text{SiR}_4 + 4\text{MgCl}_2.$$

Понятно, что такой промышленный способ с экологической точки зрения, мягко говоря, малопривлекателен. Он требует больших затрат энергии, образуется много коррозионно-активных побочных продуктов, утилизация которых — отдельная проблема.

Если использовать в качестве исходного сырья аморфный кремнезем (диатомит, трепел или опоку), то процесс потребует меньше энергии. В этом случае путь синтеза органических производных будет выглядеть



следующим образом:

Взаимодействие аморфного кремнезема с 1,2-дигидроксипроизводными протекает достаточно легко, а образующийся на второй стадии побочный продукт (похожий на этиленгликоль) может быть снова вовлечен в реакцию. В последние годы опубликовано несколько работ по реакционной способности высокодисперсного аморфного кремнезема типа аэросила. Мы проверили работоспособность этой схемы на диатомитах Инзенского месторождения Ульяновской области. Оказалось, что все работает и никаких принципиальных проблем нет. Немного вспомогательных исследований, и этот экологичный бесхлорный способ можно использовать в промышленности.

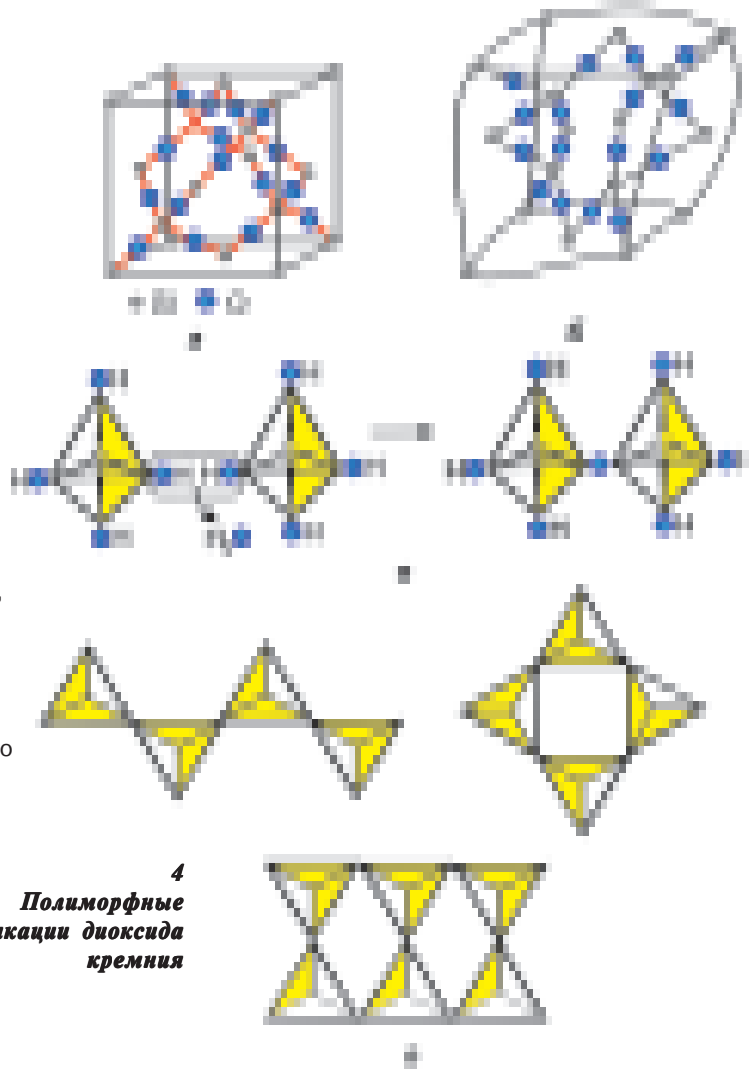


Многоликий диоксид кремния, он же кремнезем

Диоксид кремния имеет простейшую формулу SiO_2 , но данные о его растворимости в воде очень противоречивы. И дело здесь не в погрешностях измерений, а в том, что одно и то же вещество в зависимости от способа получения и условий кристаллизации может иметь разную структуру и образовывать различные по форме и симметрии кристаллы. Это явление называют полиморфизмом, а разные кристаллические формы — полиморфными модификациями. У диоксида кремния десять модификаций, каждая из которых имеет свою конфигурацию тетраэдров $[\text{SiO}_4]$. Если учесть и другие признаки, то известных кремнекислородных построек

будет больше 100. У всех полиморфных модификаций одинаковый химический состав, но все они отличаются по своим химическим свойствам и растворимости.

Кроме кристаллического кремнезема существует и аморфный (с неполной упорядоченностью тетраэдров на микроуровне, рис. 4б), у которого связи между структурными единицами неравноценны. Если для кварца принята растворимость 6 мг/л, то растворимость аморфного кремнезема оценивается в пределах 100—200 мг/л.



Ализарин марены красильной: вещь-не-в-себе или вещь-не-для-нас?

А.С.Садовский



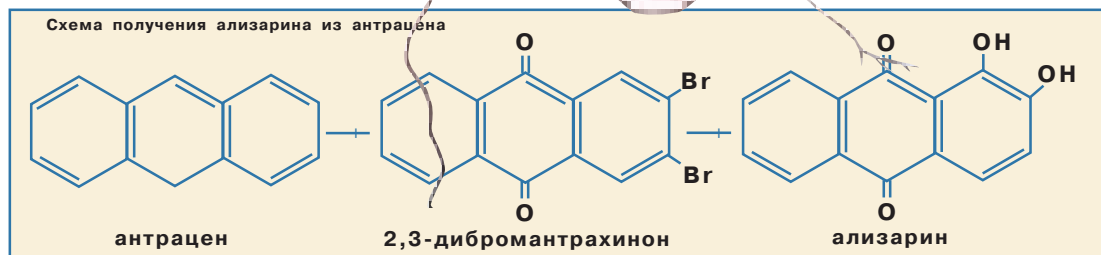
Так выглядит
марена
красильная.
А краску
добывают
из ее корневищ

Еще недавно ализарин и марена красильная помимо химиков были известны миллионам советских людей, изучавших основы марксистско-ленинской философии. Почему-то классикам этого течения

человеческой мысли и химическое вещество, и растение показались весьма близки. Возьмем, например, Фридриха Энгельса: «Химические вещества, производимые в телах животных и растений, оставались такими «вещами в себе», пока органическая химия не стала готовить их одно за другим; тем самым «вещь в себе» превращалась в «вещь для нас», как, например, ализарин, красящее вещество марены...» Впрочем, и по сию пору гидроксиантрахиноны (а ализарин принадлежит именно к этой разновидности веществ), и марена продолжают привлекать к себе внимание биологов и биохимиков.

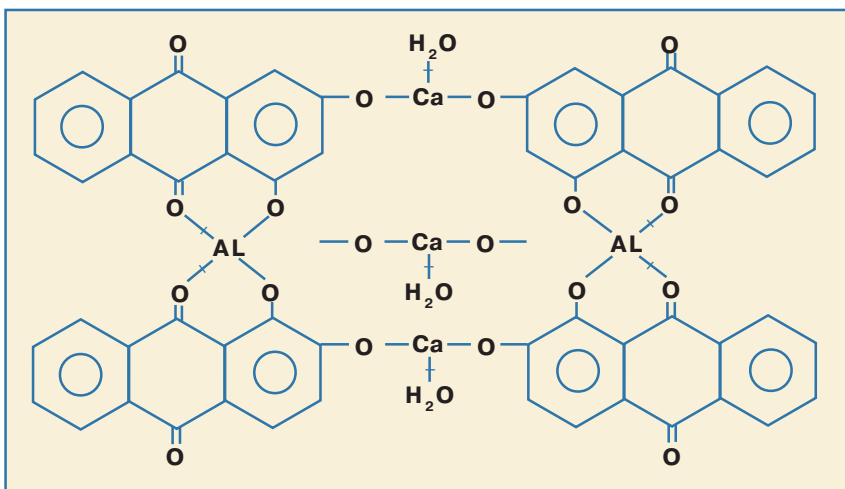
Ализарин — это вещь!

Молекула ализарина состоит из трех соединенных в цепочку бензольных колец, к которым прикреплена пара атомов кислорода и гидроксильных групп. Это краситель: побывав в нем, ткань приобретает яркий цвет. Однако красящее вещество с большим трудом присоединяется к волокну: будучи протравным красителем, ализарин требует предварительно ткань обработать. Раньше для этого использовали прогорклое оливковое масло, танины, известь и соли различных металлов. Если протрава алюминиевая — ткань станет ярко-красной. При хромовой протраве — коричневой. А при железной — фиолетовой. Теперь оливковое мыло заменено «ализариновым», которое получают сульфированием касторового масла. Процесс крашения не быстр, он мог длиться и четыре месяца. Зато окраска получалась не только яркой, но и очень прочной — на ткани закреплялся так называемый «алюминиевый лак», нерастворимая соль металла протравы.



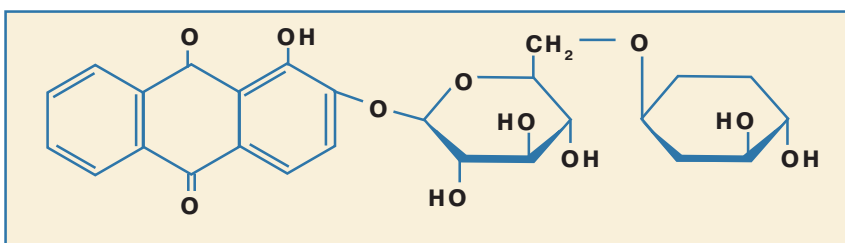
Об одном из источников ализарина, о марене красильной, нам уже известно из приведенной выше фразы Энгельса. А есть ли какой другой? Да, и ответ на этот вопрос имеется у В.И.Ленина: «Спрашивается, существовал ли вчера ализарин в каменноугольном дегте? Конечно да. Всякое сомнение в этом было бы издевкой над современным естествознанием». Увы, то, что никакого ализарина в каменноугольном дегте никогда не было, я твердо знал еще студентом, прослушав не без интереса спецкурс полупродуктов и красителей и пройдя также практику на коксохимическом и анилинокрасочных производствах. Однако на категоричное утверждение об обратном в хрестоматийном первоисточнике В.И.Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» мое внимание обратили, лишь когда мне пришлось пересдавать экзамен по философии на кандидатский минимум. Оно воспринялось, естественно, просто как издевка над истиной и над создателями синтетического ализарина.

На самом деле ализарин надо еще суметь синтезировать из антраценовой фракции, полученной из дегтя. Это удалось впервые сделать Карлу Гребе и Карлу Либерману из лаборатории Байера в 1869 году. Всего за четыре года до этого Кекуле увидел во сне яркий образ структуры бензола. Хиноны, наверное, ему не снились, и он не считал их циклическими соединениями. Гребе и Либерман придерживались другой точки зрения. Природа (как теперь говорят, Бог) была к ним явно благосклонна. Проведя на последнем этапе щелочное плавление 2,3-дигидроксиантрахинона, они сумели достичь цели. Даже сейчас трудно обосновать последовательность стадий, приводящих к тому, что положение заместителей меняется именно так, как нужно: вместо брома в третьем положении появляется гидроксильная группа в первом и получается 1,2-дигидроксиантрахинон — ализарин. Это была несомненная удача, ведь из девяти мыслимых изомеров дигидроксиантрахинона только ализариновая структура обладает ценными красящими свойствами. После выяснения строения всего за два года в острой конкурентной борьбе был создан экономический приемлемый промышленный способ получения ализарина — через «серебристую» соль. В этой гонке принял участие также Кекуле, но в составе дружной команды.



алюминиевый лак

рубиретриновая кислота



Марена в аптеке

Синтетический ализарин быстро вытеснил корни марены красильной с рынка красителей, но в медицине корни и препараты на их основе до сих пор широко применяют для лечения мочекаменной болезни. Как ни странно, состав одного из наиболее популярных препаратов, чешского «Цистенала», очень похож на состав для окраски тканей. В него также входят оливковое масло, спиртовой экстракт корней и соль — салицилат магния. Правда, чистый ализарин, в отличие от некоторых других синтетических красителей, не стал лекарством. Очевидно, совокупность нескольких компонентов обладает лучшим фармакологическим действием: тут и бактерицидность (против кокков); тут и разрыхление и разрушение конкреций фосфатов магния и кальция в мочевыводящем тракте; тут и воздействие на мускулатуру тракта, которое усиливает перистальтические сокращения и тем самым способствует продвижению камней.

Однако красящее и лечящее свойство 1,2-дигидроксиантрахинонов обусловлено одним и тем же средством к определенному типу тканей. Например, костная ткань, как показывает вскрытие подопытных животных, вскормленных корнями марены, оказывается подкрашенной. У больных, которых лечат мареной, подкрашивается моча, поэто-

му внимательные урологи предостерегают пациентов от шока, предупреждая их: красный цвет мочи не вызван попаданием крови.

Неприятное открытие

Однако недавно в гносеологии (то есть теории познания) марены возникли некоторые проблемы не философского, а скорее морального плана: органы здравоохранения Германии решили изъять из медицинского употребления марену и препараты на ее основе. С чего это вдруг? Ведь есть тысячелетняя повседневная практика нетрадиционной, а теперь и научной медицины. А разве практика — не критерий истины? Попробуем разобраться.

Гидроксиантрахиноны не очень ядовитые соединения. Подопытные мыши погибают, если им регулярно скармливать более 250 мг этих соединений на килограмм живого веса. При меньших дозах внешне отрицательных реакций не наблюдается. Однако если заменить около 10% рациона крыс корнями марены, то уже через две недели у них в клетках печени, кишечника и почек обнаруживаются измененные ДНК, а позже появляются зло-

качественные и доброкачественные опухоли. Вывод: использование корней марены для медицинских целей сопряжено с риском онкологических заболеваний.

Но какова степень этого риска? Случаи онкологических заболеваний людей как результат приема марены или препаратов из нее в исследованиях по генотоксичности гидроксиантрахинонов не указываются. Возможно, раньше на эту проблему просто не обращали должного внимания и не проводили статистический анализ, выявляющий именно такие побочные эффекты. Как поступить? Ждать, не доверяя надежности экстраполяции данных с крысы на человека, когда накопится новая (а вдруг печальная!) статистика, или же, руководствуясь принципом «не навреди», запретить марену и заменить ее другим менее эффективным, но безопасным препаратом? Вполне возможно, скоро ализарин марены красильной из «вещи для нас» может перейти в категорию «вещи не для нас».

Зри в корень

Как показали тесты на крысах, сам по себе ализарин не мутаген. Однако в корнях марены значительное его количество связано с остатком сахара, да в виде гликозида (ализаринпримверозид, или рубиретриновая кислота, от латинского названия марены *Rubia*). В организме животных он высвобождается за счет метаболизма, но при этом может потеряться одна гидроксильная группа. А получившийся при этом 1-гидроксиантрахинон уже обладает мутагенной активностью. В опытах *in vivo* и *in vitro* схо-

Тривиальное название	Положение				Свойство
	1	2	3	4	
Ализарин	ОН	ОН	Н	Н	Краситель
_____	ОН	Н	Н	Н	Мутаген
Рубиадин	ОН	Н	ОН	Н	Мутаген
Луцидин	ОН	СН ₂ ОН	ОН	Н	Мутаген
_____	ОН	ОН	Н	ОН	Антимутаген



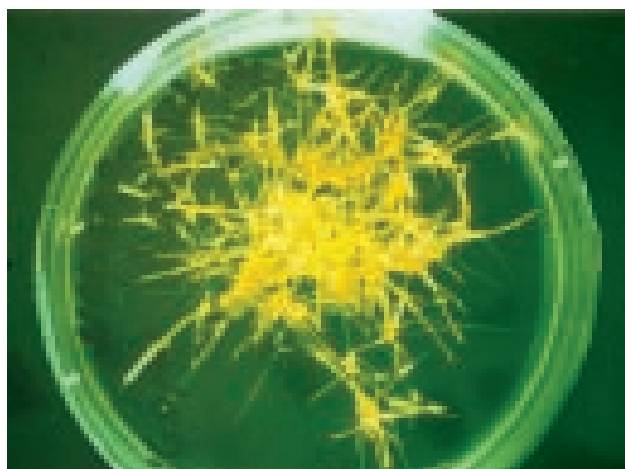
ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

жие с ним, то есть тоже обладающие одной гидроксильной группой в положении 1, лусидин и рубиадин в свободном виде или в форме гликозидов могут оказывать мутагенное действие. Положение «2» оказывается ключевой позицией (см. табличку). Наибольшей мутагенной активностью обладает 1,3-гидроксиантрахиноны с метильной или гидроксиметильной группами в этом месте. Совсем недавно было найдено, что 1,2,4-тригидроксиантрахинон, то есть, как и ализарин, имеющий в этом положении гидроксильную группу, наоборот, ингибитор мутаций, вызываемых некоторыми гетероциклическими аминами.

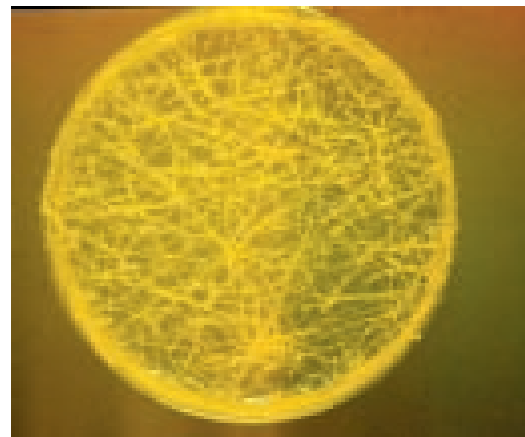
То есть получается, что гликозид, который растение синтезирует для своих нужд, отнюдь не самый лучший источник лекарственного вещества — ализарина. Более того, его не следует применять для медицинских целей — попав в организм человека, гликозид распадается с образованием как полезных, так и вредных веществ.

Генно-инженерный ализарин

Остается хотя бы вскользь затронуть еще одно событие, к которому имеет отношение наша тема: культуру трансгенных корней в биотехнологии, то есть, по существу, выращивание в стерильной питательной среде отдельного органа — корня, у которого нет ни побегов, ни листьев, ни других присущих растению органов. Интенсивный рост мелких, «косматых» или «бородатых», корней достигается воспроизводимым изменением гена, которое вызывает заражающий растения микроорганизм *Agrobacterium rhizogenes*. Эта почвенная бактерия, попав в пораненный участок, легко проникает в растение, встраивает часть своего генома в клетки его ткани и заставляет их активно расти, то есть, по сути, провоцирует развитие раковой опухоли в форме отдельных, много раз ветвящихся корешков. За



Культура трансгенных корней. Сначала корни в чашечках Петри заражают агробактерией. Потом они растут в колбе с питательным раствором, синтезируют все положенные этому органу растения вещества, но сил на выращивание стебля, листьев и цветов не тратят

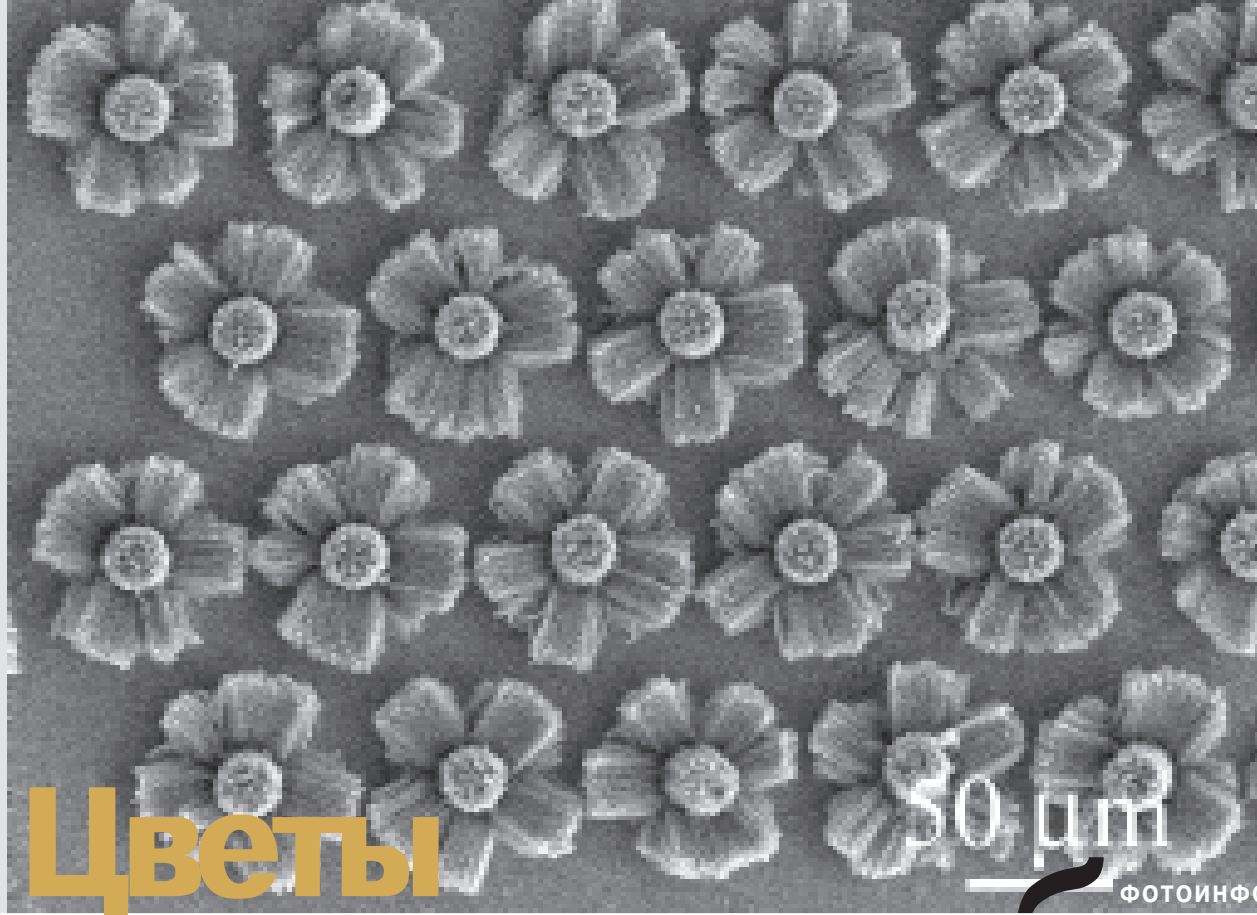


такую способность трансформировать ДНК растения-хозяина *Agrobacterium rhizogenes* прозвали «природным генным инженером». Культура трансгенных корней марены получена у нас и за рубежом.

Читатель при желании может обратиться к сокровищнице диалектического материализма и самостоятельно решить, куда отнести такой ализарин: к «вещи в себе» или к «вещи для нас». Он хотя и производится растением, но ведь не в поле, а в биореакторе, очень похожем на реакторы для жидкофазного гетерогенного

катализа. С другой стороны, сырьем для него служит все-таки не каменноугольный деготь, а питательная среда (углеводы). Во всяком случае, создатели культуры трансгенных корней из Института физиологии растений РАН оптимистически надеются на то, что намерениям Минздрава ФРГ не суждено сбыться и трансгенная марена вытеснит природную на рынке медицинского сырья.





ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Цветы

из

нанотрубок

С. Комаров

На фотографии изображен не цветущий луг. Это нанотрубки, которые исследователи из Ренсселаеровского политехнического института (США) вырастили на подложке, покрытой оксидом кремния. Проявив незаурядное искусство эксперимента, американские ученые вытравили на покрытии бугорки задуманной формы и ориентации относительно кристаллической решетки — будущие сердцевинны цветов. Затем они запустили процесс селективного роста, который обычно и применяют для выращивания нанотрубок. Поскольку на кремнии трубки не образуются, рост шел только на оксидных бугорках, причем одновременно в разных направлениях. Гибкость и надежность процессу обеспечивал способ доставки металлического катализатора к месту роста, без которого нанотрубки не вырастить. Этот катализатор доставляли в виде газа. Все получилось столь просто, что уже в ближайшие месяцы этот процесс удастся воплотить в пригодной для продажи установке.

Однако, как считает один из авторов метода, а именно Ганapatiрамана Раманата, работа выходит далеко за рамки способов обращения с нанотрубками. «Это первый шаг к созданию сложных сетей из молекулярных блоков. Манипулируя топологией блоков оксида кремния, а также используя процессы селективного и направленного роста, мы можем очень точно контролировать, куда и как растут нанотрубки. До сих

пор это никому не удавалось», — говорит он. «Мы создали очень элегантный процесс», — добавляет его коллега Паликель Аджаян.

Для чего же нужны нанотрубки, способные расти во всех трех направлениях? Скорее всего, для создания интегральных микросхем следующего поколения и микроэлектромеханических устройств, которые станут эти микросхемы питать энергией.

Справка

Ренсселаеровский политехнический институт, факультеты которого расположены в Трое (штат Нью-Йорк) и в Хартфорде (штат Коннектикут), — один из ведущих технологических институтов США. Его основали в 1825 году американский конгрессмен, первый президент совета по сельскому хозяйству штата Нью-Йорк Стефан ван Ренсселаер и видный ботаник Амос Итон. В 2002 году в институте училось более 9000 студентов, которые, получив степень бакалавра, скорее всего, будут зарабатывать около 50 тысяч долларов в год. Магистерская степень добавит еще тысяч десять. А стоит обучение 26 тысяч североамериканских долларов плюс девять тысяч за общежитие, полторы тысячи за книги, ну и мелкие дополнительные траты. В институте хорошо развиты компьютерные науки, прикладная математика и материаловедение, что позволяет ученым и студентам успешно работать по таким приоритетным направлениям, как биотехнология, нанотехнология или информационные технологии. Исследование нанотрубок-цветов выполнено в Центре материаловедения института, в основанной в 1998 году группе исследований по нанотехнологии углерода, где изучают углеродные нанотрубки, нанокompозиты и наноматериалы. Связаться с руководителем исследования Паликелем Аджаяном можно по адресу ajayan@rpi.edu, а сам институт следует искать в Интернете по адресу <http://www.rpi.edu>.

Радикалы на свободе

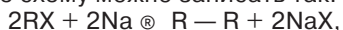
Однажды академик П.Л.Капица произнес загадочную фразу: «Крупный ученый — это не обязательно большой человек, но крупный учитель не может не быть большим человеком».

Какая разница между «крупным ученым», «большим человеком» и «крупным учителем»? По-видимому, Петр Леонидович просто неточно выразился и имел в виду следующее. Крупный ученый, понятно — это человек, внесший значительный вклад в мировую науку. Также понятно, что крупный учитель — это человек, создавший большую школу последователей. Но что такое «большой человек»? В бытность АН СССР так называли администратора от науки, добившегося подчас несправедливыми путями высоких званий, должностей и почестей. Но по общечеловеческим меркам «большой человек» — это просто незаурядная личность. В этом смысле основателя химии стабильных свободных радикалов доктора химических наук Эдуарда Григорьевича Розанцева с полным правом можно назвать не только крупным ученым и крупным учителем, но и большим человеком.

Доктор химических наук
Э.Г.Розанцев

В первой половине позапрошлого (то есть XIX) века химики-органики пытались создать теорию, способную объединить все экспериментальные факты. Одна из этих теорий получила название теории радикалов. Ее суть состояла в том, что так же, как неорганические вещества построены из простых элементов, так и органические соединения построены из устойчивых частиц-радикалов — таких, например, как радикалы метил CH_3 или фенил C_6H_5 .

Однако хотя после создания в 1861 году А.М.Бутлеровым теории строения, одним из основных положений которой была признана бесспорная четырехвалентность атома углерода, продолжались попытки получать вещества, в которых атом углерода имел бы иную валентность. В частности, внимание химиков привлекла так называемая реакция Вюрца — Фиттига; ее схему можно записать так:



где R — некий органический радикал (например, метил CH_3), а X — галоген (например, иод).

Логично было предположить, что эта реакция идет в две стадии: сначала натрий отщепляет иод, а затем два радикала CH_3 соединяются в молекулу этана C_2H_6 . Но все попытки получить в свободном виде радикалы CH_3 не имели успеха.

Споры о свободных радикалах

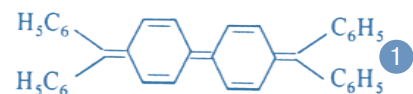
В 1900 году М.Гомберг использовал для реакции Вюрца — Фиттига соединение $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{CX}$ и получил продукт, который, согласно элементному анализу, представлял собой, как и следовало ожидать, гексафенилэтан $\text{C}_2(\text{C}_6\text{H}_5)_6$. Однако это вещество обладало странными химическими свойствами и вело себя подобно свободному радикалу трифенилметилу, в котором атом углерода не четырех-, а трехвалентен: так, оно легко присоединяло галогены и кислород, то есть вело себя как крайне ненасыщенное соединение.

Статья Гомберга вызвала переполох в ученом мире. После длительной дискуссии ведущие химики того времени (например, Г.Виланд и А.Чичибабин) пришли к выводу, что «вещество Гомберга» представляет собой всего лишь димер трифенилметила, в котором связь C — C сильно ослаблена и легко разрывается. Правда, в 1905 году П.Якобсон опубликовал статью, в которой утверждал, что частицы трифенилметила димеризуются не «лоб в лоб», а с участием одного из пар-положений его фенильных колец. Но хотя эта «хиноидная» формула Якобсона и не противоречила экспериментальным данным, на нее даже не обратили вни-

мания, а необходимых физических методов исследования свободных радикалов тогда еще не существовало.

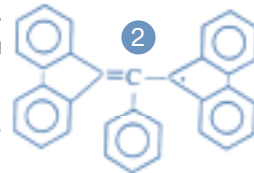
Тем не менее реакция Гомберга сняла психологический запрет на существование стабильных свободных радикалов, и многие химики стали пытаться их получать, совершая при этом подчас грубые ошибки. Так, в первом десятилетии XX века уже упоминавшийся Виланд описал свободные радикалы, якобы образующиеся в растворе при нагревании тетрафенилгидразина $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{N} - \text{N}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$. А в 1907 году Чичибабин получил фиолетовое соединение, которому приписал строение аналога трифенилметила.

Только в середине XX века стало ясно, что свободные радикалы — это химические частицы, обладающие неспаренными электронами и поэтому ведущие себя как парамагнитные вещества — то есть способные взаимодействовать с магнитным полем. В результате был создан физический метод, позволяющий регистрировать и изучать подобные частицы, так называемый электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). И вот, методом ЭПР было показано, что в условиях, описанных Виландом, никаких стабильных свободных радикалов не образуется, а фиолетовое соединение Чичибабина имеет хиноидную структуру (1), согласующуюся со



структурой, предложенной Якобсоном для «вещества Гомберга».

Однако были примеры и другого толка. Так, в 1932 году К.Кэлш получил соединение, которому приписал строение стабильного свободного радикала (2). Поскольку в то время к подобным сообщениям относились с подозрением, редакция «Journal of American Chemical Society» отвергла статью Кэлша. Но он не выбросил свой образец и через 25 лет методом ЭПР подтвердил свою правоту. Его статья без всяких изменений была опубликована в том же журнале в 1957 году...



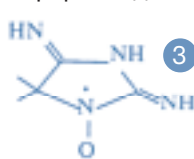
Что такое стабильность

Понятие «стабильность» весьма условно. Так, при обычных («комнатных») условиях этан C_2H_6 стабилен, а составляющие его радикалы CH_3^* (значком * или точкой в верхнем индексе теперь принято обозначать неспаренный электрон) мгновенно превращаются в сложную смесь продуктов. Вместе с

тем в глубоком вакууме при сверхнизкой температуре эти же радикалы могут существовать как устойчивые стеклообразные тела.

Зная теперь, что при комнатной температуре трифенилметил не может существовать на воздухе в виде стабильного вещества, свободного от молекул димера и растворителя, его нельзя считать стабильным свободным радикалом, как это обычно пишут в учебниках органической химии. В связи с этим сам собой напрашивается шокирующий вопрос: а кто в действительности получил первый «настоящий» стабильный свободный радикал, то есть свободный радикал, устойчивый в обычных условиях?

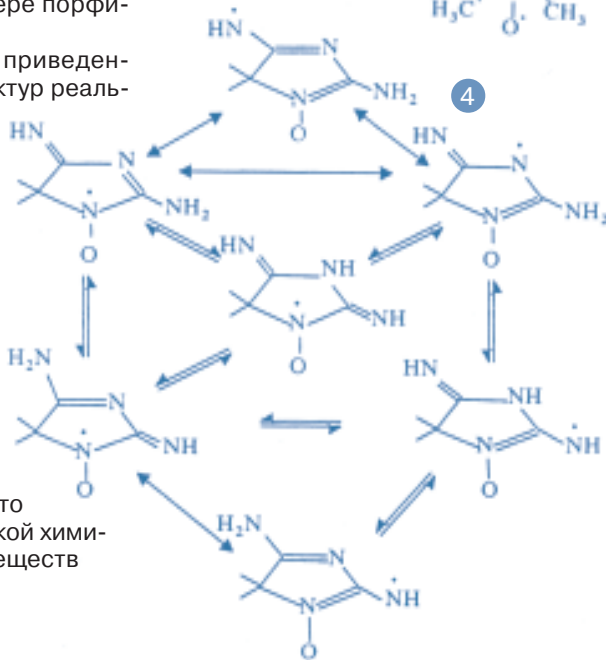
Как ни странно, пальма первенства принадлежит, по-видимому, О.Пилоти, который в самый разгар дискуссии о работе Гомберга получил вместе со своими коллегами красное кристаллическое вещество (3), названное порфирексидом (хотя по современной терминологии его следовало бы называть порфирексидом).



А спустя примерно 10 лет после этого многие химики синтезировали стабильные радикалы, которые из-за наличия в них азот-кислородных групп получили название ароматических нитроксидов (правильнее — нитроксидов).

Подлинный же расцвет химии свободных радикалов приходится на начало 60-х гг. прошлого века, когда были получены устойчивые в обычных условиях вещества, целиком состоящие из свободных радикалов. К этому времени большая часть химиков была убеждена в том, что причина стабильности органических радикалов заключается в делокализации неспаренного электрона по ароматическим или сопряженным двойным связям, как это показано на примере порфирексида (4).

Разумеется, ни одна из приведенных выше валентных структур реально не существует, и поэтому на практике пользуются лишь одной структурной формулой (3). Однако суперпозиция разных граничных структур этого радикала позволяет наглядно представить делокализацию неспаренного электрона и интерпретировать спектры ЭПР. Но если неспаренный электрон локализован на одной связи (как, например, в атомах водорода), то считалось, что из-за высокой химической активности этих веществ



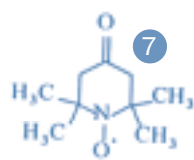
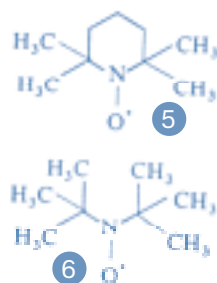
они не могут в нормальных условиях существовать в виде химически индивидуальных тел.

От очевидного — к невероятному

Говорят, что Эйнштейн как-то шутиливо заметил: специалисты твердо знают, что можно сделать, а что нельзя. Но вот появляется человек, который ничего этого не знает, и совершает сенсационное открытие.

Нечто подобное произошло и с критериями стабильности свободных радикалов, которые были буквально опрокинуты двумя работами — О.Лебедева, получившего в 1959 году простой стабильный радикал (5) в виде устойчивых на воздухе оранжевых кристаллов, и А.Гофмана, синтезировавшего в 1961 году еще более простое соединение (6) — красную жидкость, кипящую без разложения. Ни тот, ни другой химией свободных радикалов специально не занимался...

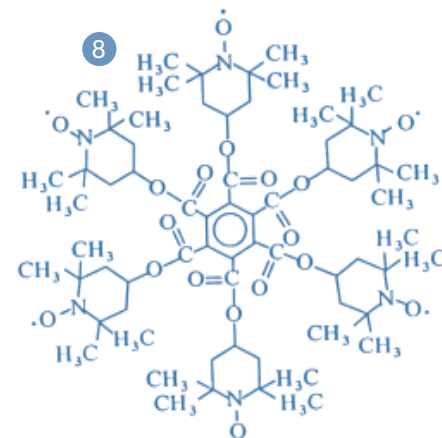
Обнаруженная устойчивость нитроксильных свободных радикалов с электроном, локализованным на одной азот-кислородной связи, вынудила теоретиков пересмотреть их недавние воззрения. Впрочем, сначала никто не знал, для чего эти вещества могут пригодиться. Тем не менее исследования в этом направлении стали активно развиваться. Так, автору настоящей статьи удалось получить чистый свободный радикал (7) и в 1962 году показать,



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

что это вещество способно вступать в обычные химические реакции, не затрагивая парамагнитный центр. При этом получаются достаточно сложные соединения (8). Стало реально парадоксальное явление — нерадикальные реакции свободных радикалов!

Именно поэтому уже в 1965 году выяснилось, что нитроксильные свободные радикалы можно использовать в



качестве так называемых спиновых меток, получивших особое распространение в биофизике. Дело в том, что если путем обычных химических реакций «пришить» стабильный свободный радикал к молекуле биополимера, то становится возможным использовать весьма чувствительный метод ЭПР для изучения ее структуры и происходящих с ней превращений. Так были изучены многие молекулярно-биологические механизмы, разработаны принципиально новые методы клинической диагностики. А некоторые препараты на основе нитроксильных свободных радикалов обладают перспективной психотропной и противоопухолевой активностью. Наконец, они могут служить мощными ингибиторами процессов полимеризации и окисления.

Используются нитроксильные свободные радикалы и во многих других областях современной науки и техники.





Наука — составная часть человеческой культуры, и, хотя она, по сути, интернациональна, в любой отдельно взятой стране несет на себе печать определенных традиций. «Каждая нация есть интонация» (Юнна Мориц). Донести до западного читателя японскую интонацию в научном общении попытался профессор Университета Джосай в Сакадо Козо Кучицу; ранее он возглавлял отдел физической химии в ИЮПАКе. Его статья была опубликована в журнале «The Chemical Intelligencer» в 1995 году.

Кучицу говорит о религиозно-философской системе, называемой дзэн (это слово буквально значит «сосредоточение», «медитация»). Она представляет собой разновидность буддизма, который проник сначала из Индии в Китай, а оттуда примерно в XII веке в Японию, так что дзэн включил в себя элементы трех культур. Его последователи убеждены, что слова, привычная логика не могут выразить высшую истину, и поэтому избегают многословия и теоретизирования. Они стремятся достичь состояния просветления, «буддовости».

Каким образом? Дзэнский наставник Бо-чжан отвечает так: «Это похоже на то, как если бы кто-то ездил на быке в поисках этого быка». Именно в парадоксах, в выворачивании привычных представлений наизнанку, дзэн видит путь к озарению и интуитивному постижению истины. Он противостоит банальности и логике здравого смысла — вспомним кэрролловскую Алису.

Но ведь творчество, в том числе научное, как раз требует остранения, то есть выработки свежего взгляда на знакомые вещи. Влияние дзэн находят в произведениях писателя Дж. Сэлинджера, художника А. Матисса, композитора Г. Малера. А параллели между восточным мистицизмом, в частности дзэн, и современной физикой прослежены в известной книге Ф. Капры «Дао физики» (СПб., 1994).

Козо Кучицу

Воспитание химика: от сердца к сердцу



Я хочу на своем личном примере проследить влияние наших национальных культурных традиций на становление химика. Причиной появления этой статьи послужил мой доклад на симпозиуме по структурной химии в Остине, штат Техас.

Я родился в 1927 году в обычной японской семье. Это произошло в Токио, хотя мои родители были родом из префектуры Гумма — красивого предгорного района примерно в 120 км севернее столицы, который славился шелком и рисом. В совсем юном возрасте моему отцу пришлось покинуть деревню и пойти на заработки в Токио, моя мать — внучка самурая.

Отец любил театр Кабуки и помнил много песен из пьес, мать тоже была поклонницей классической японской музыки. Однако произведения европейских композиторов, по мнению моих родителей, не были гармоничны — как только по радио начинали передавать какую-нибудь западную оперу, они сразу выключали приемник. Мама говорила мне: «Не женись на девушке с сопрано».

Во время их молодости сырая рыба, скажем, тунец, была деликатесом для людей, живших далеко от моря. Даже полвека спустя моя мать, желая отметить какое-нибудь событие или праздник, обычно говорила: «Давайте купим на обед сырую рыбу!» Мои родители не знали ни слова по-английски.

Они жили просто, спокойно, соблюдая этикет. Я думаю, именно эти три качества составляют суть нашего менталитета, формируемого под влиянием буддизма и конфуцианства.

Первая возможность посетить другую страну представилась мне после окончания Токийского университета — я отправился в США, в Университет штата Айова. Мать так напутствовала меня: «Козо, я не могу посоветовать, как вести себя в Америке, потому что я ничего об этом не знаю. Но я слышала, что американцы любят спиртное, а напившись, становятся очень шумными. Поэтому я прошу тебя не пить крепких напитков на званых обедах».

Мой интерес к химии возник в возрасте девяти или десяти лет. Меня завораживали изменения цвета жидкости, когда в ней смешивали разные вещества, — я видел в этом некую магию. Позднее на меня произвел большое впечатление тот факт, что молекула воды — не просто символы H_2O . Оказывается, она имеет форму равнобедренного треугольника с точно измеренными длинами сторон и углами и даже вибрирует с вполне определенными частотами.

Поэтому, поступив в университет, я решил изучать химию. Хотя мои родители плохо представляли себе научную деятельность и, наверно, хотели, чтобы я занялся каким-то более по-

нятным им делом, интуиция подсказывала им, что мой выбор заслуживает одобрения.

Слово «химия» изображается у нас двумя иероглифами (читается — «кагаку»). Второй иероглиф означает «изучение», а первый — «непредсказуемое изменение», и он часто встречается в сказках, например когда лист дерева превращается в золотую монету или утка в лебедя. Поэтому для японцев химия — это, можно сказать, «изучение чудес». (Кстати, точно так же — «кагаку» — произносится и слово «наука», хотя пишется по-другому. Такое часто встречается в японском языке.)

Меня привлекла физическая химия, поскольку я понял, что спектроскопия значительно расширяет диапазон моего видения — от инфракрасного света до ультрафиолетового, то есть я смогу наслаждаться значительно большим числом «цветных» реакций. Я слышал на лекциях и читал в книгах, что настоящий физикохимик должен иметь мозг и руки физика, а глаза и сердце — химика, и мои профессора Сан-ичиро Мизушима и Йонезо Морино были именно такими людьми.

На старшем курсе, в апреле 1959 года, я пришел в лабораторию профессора Морино, и он сказал: «Займитесь электронной дифракцией газов. Я скажу почему — меня интересуют внутренние вращения молекул». Больше он, кажется, ничего к этому



не добавил. Так я начал изучать структуру молекул. Одно из самых распространенных значений имени Козо — «структура»; поэтому я думал, что был рожден структурным химиком.

А еще профессор Морино дал мне совет: «Читайте «Journal of Chemical Physics». Я скажу почему — вы найдете там своих будущих учителей и друзей». Он оказался прав — со многими замечательными учеными в разных странах я познакомился именно благодаря журналу.

Я готовил диссертацию, но работа продвигалась плохо. В Японии еще ощущались последствия войны, жизнь была тяжелой. Найти учителей и друзей через научный журнал тоже оказалось нелегко, и дело не только в языковом барьере — трудно было достать сам журнал. Но я все же разыскал его в библиотеке Образовательного центра американских оккупационных войск. Добраться туда можно было только в переполненном поезде — на каждой станции тогда стояли парни, которые заталкивали пассажиров в вагоны. Так что я получал хорошую физическую тренировку перед занятиями химической физикой в библиотеке.

Со своим руководителем профессором Морино я почти не обсуждал научные вопросы, тем не менее мы очень хорошо понимали друг друга — он

Слово «химия» изображается у нас двумя иероглифами (читается — «кагаку»). Второй иероглиф означает «изучение», а первый — «непредсказуемое изменение», и он часто встречается в сказках, например когда лист дерева превращается в золотую монету или утка в лебедя. Поэтому для японцев химия — это, можно сказать, «изучение чудес».



РАЗМЫШЛЕНИЯ

представлял, чем я занимаюсь и что планирую делать, а я знал, что он ожидает от меня. Вот, например, как мы готовили научную статью. Я обычно набрасывал предварительный вариант, но во многих местах испытывал затруднения и не видел, как их преодолеть. Когда я показывал написанное профессору, он говорил: «Оставьте мне, теперь я немного поработаю». Через несколько дней он возвращал мне текст именно с теми исправлениями и добавлениями, которые были нужны.

Но вот настал день его ухода на пенсию — 31 марта 1969 года. Когда я зашел к нему в кабинет, после коротких приветствий он сказал: «Козо, я дам вам книгу, в которой вся моя наука». Это был дзэнский трактат. Профессор Морино был большим знатоком дзэн, и, хотя я сам никогда серьезно не изучал дзэн, я тоже был воспитан в этой традиции.

Есть два широко известных дзэнских высказывания: «Не доверяйте словам» и «От сердца к сердцу». Я думаю, они выражают сходные идеи. Может показаться странным, что вам советуют не доверять словам и при этом дают книгу — конечно, это надо понимать символически. Не могу сказать, что я овладел всем, что написано в книге, подаренной мне профессором Морино, но я постоянно обращаюсь к ней.

Я слышал, что дзэнские монастыри открыты для всех желающих и многие люди — молодые и старые, мужчины и женщины, даже иностранцы посещают их и могут оставаться там столько, сколько захотят. По прибытии туда они получают вопросы для медитации, например такой: «Кем вы были до того, как родились ваши родители?»

Один мой друг рассказывал мне о своем монастырском опыте. Он спокойно сидел и искал ответ на заданный ему вопрос. В первый день он думал в основном о ловле рыбы. Во второй день он думал о своей семье. Когда на третий день его стало клонить ко сну, к нему подошел монах и ударил по плечу бамбуковой тростью. Тогда он снова погрузился в медитацию и через несколько дней решил,

что нашел ответ; он написал его и принес своему наставнику. Но тот чувствовал, что ученик еще не готов, и его дверь оказалась запертой.

Еще через несколько дней мой друг отыскал другой ответ, и на этот раз дверь была открыта. Учитель и ученик встретились и, вероятно, без слов подробно все обсудили.

В прежние времена в Японии возводили красивые замки. Как и в европейских городах, ремесленники, торговцы, служители культа жили вместе, и замок играл роль духовного и политического центра общины. Я лично ощущаю себя членом общины ученых, изучающих молекулы, — химиков, спектроскопистов, кристаллографов... А поскольку каждая община нуждается в своем замке, то он был построен — это Институт молекулярных исследований в Оказаки, небольшом городе близ Нагои.

Когда его возводили, лауреат Нобелевской премии доктор Герхард Герцберг из Канады, которого пригласили в Совет института, сказал: «Соберите здесь лучших «самураев», и пусть они делают то, что им нравится. Тогда у вас будет хороший замок». Двадцать лет работы института подтвердили слова Герцберга.

В заключение хочу задать самый важный для меня вопрос: «Могут ли студенты, работающие в моей лаборатории, понимать меня, общаться со мной без долгих словесных обсуждений?» Если большинство из них ответят «да», то это будет означать, что в Японии, несмотря на все перемены — от шелка и риса до автомобилей и компьютеров, — еще сохраняется культурная традиция моих родителей и учителей.

Если же ответ будет отрицательным, то мне придется признать, что я слишком много времени проводил за чтением «Journal of Chemical Physics» вместо того, чтобы посетить дзэнский монастырь.

Предисловие
и сокращенный перевод с английского

Л.Каховского

Профессор
О.А.Гомазков,
профессор,
иностраный член РАН
Петер Оэме



Великий непоседа

Он родился и умер в Берлине. Исходил и изездил четыре континента. Взбирался на снежные вершины Анд и спускался в горные шахты Урала. За подаренные ему судьбой 90 лет жизни написал 636 книг, статей, трактатов и оказал огромное влияние на просвещенные умы своего времени. Его труды относятся к областям геологии, горного дела, минералогии, метеорологии, астрономии, физики, химии, сравнительной анатомии, ботаники, физиологии, этнографии, политэкономии, географии. В истории человечества не было столь плодотворного и разностороннего энциклопедиста! Сегодня в Государственной Российской библиотеке (бывшей «Ленинке») хранится более трехсот единиц прижизненных и посмертных изданий его работ.

У него было множество званий и титулов, его именем названы горный хребет в пустыне Гоби, ледник в Гренландии, город и река в США, течение в перуанских водах, кратер на Луне. Научный фонд, созданный на следующий год после его смерти, в течение 140 лет поддерживает развитие исследований во всех областях знания.

Его называли Аристотелем XIX века.

«...В отношении здоровья или интеллекта надежды не подавал»

Эта фраза, вынесенная в название главы, — из Британской энциклопедии, и относится она не к кому-нибудь, а к Александру Гумбольдту.

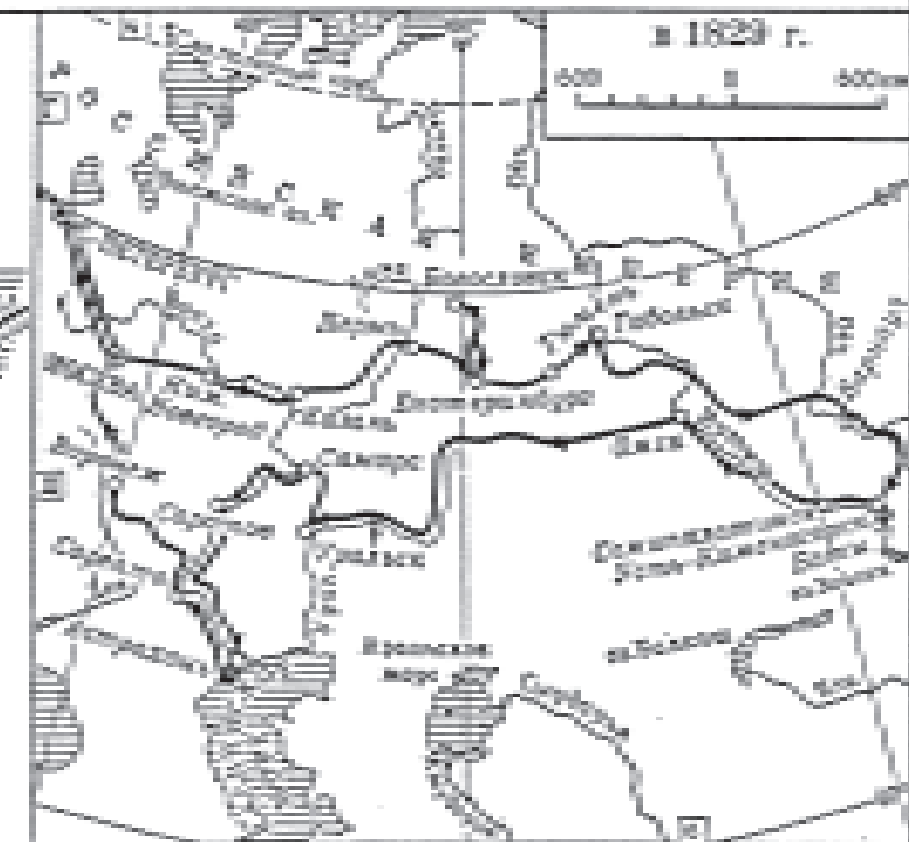
Александр Фридрих Генрих фон Гумбольдт (так следовало его величать, согласно высокородных традиций) родился в 1769 году в Тегеле под Берлином. Ныне это западная окраина большого города, где расположен известный аэропорт. Будущий отец героя нашего очерка, Иоганн Гумбольдт, отставной офицер прусской армии, женился на вдове, получившей баронский титул от своего первого супруга. Так почивший в Бозе барон Голлвег подарил приставку «фон» неведомым ему Вильгельму и Александру Гумбольдтам.

Детство братьев прошло в родовом замке, куда часто наносили визиты всяческие знаменитости. Там же, понятно, завязывались обширные и важные знакомства. Обучение Александ-

ра поначалу шло туго — говорили, что он попросту плохо соображал (вот откуда та самая фраза из Британской энциклопедии). Но прошло детство, и...

Для характеристики юного Александра более всего подходит слово «непоседа». Именно так. Это свойство характера — непоседливость, а точнее, неумность оказалась детерминантой не только юности, но и всей его долгой жизни. Он изучает ботанику в Берлине, геологию во Фрайбурге, иностранные языки и коммерческое дело в Гамбурге. В Геттингене молодой Гумбольдт посещает лекции известных ученых того времени — основателя антропологии И.Блуменбаха, физика и философа К.Лихтенберга, химика И.Гмелина, горного технолога И.Бекмана. И еще: он знакомится с ученым и путешественником Г.Форстером, который впоследствии сыграет большую роль в судьбе естествоиспытателя Александра Гумбольдта. Тогда же он пишет свою первую работу по геологии базальтовых отложений Рейна.

В 1790 году, то есть в 21-летнем возрасте, Гумбольдт вместе с Форстером совершает путешествие по Бельгии, Голландии, Англии и Франции. Годом спустя слушает лекции знаменитого геолога А.Вернера в Гор-



ПОРТРЕТЫ

ем тропического мира Бразилии, берегов Амазонки, горных вершин Анд, плато Мексики. По сути, это было второе, и именно научное, открытие Америки!

Гумбольдт объездил Венесуэлу, Гвиану, Кубу, Эквадор, Перу, собрал материалы по геологии, климатологии, фауне и флоре, исправил на картах топографию рек Ориноко и Амазонки, открыл новое морское течение (Перуанское, или, как вскоре его называли, течение Гумбольдта), поднялся на заоблачные горные вершины (в Перу — на высоту 5810 метров!), исследовал вулкан Хорулло, пирамиды ацтеков и толтеков, сделал обширные описания по этнографии, археологии, языкам, истории населения континента. Можно ли представить себе объем проделанной им работы, разнообразие и глубину его открытий? И характер этого человека — неумолимого, организованного и, что немаловажно, отважного!

Что потом? В течение последующих тридцати лет он обрабатывает добытые в путешествиях материалы. Почти постоянно живет в Париже, привлекая к работе французских ученых. Издает 30 томов трудов под общим названием «Путешествие в равноденственные области Нового Света в 1799–1804 гг.». Одновременно с этим публикует трактаты по зоологии, сравнительной анатомии, пишет фундаментальный труд «Картины природы, научные толкования Александра фон Гумбольдта». Это последнее — осмысление огромного мира его наблюдений, впечатлений, раздумий о природе Земли.

Время — первая треть XIX столетия. Популярность Гумбольдта, его авторитет и влияние огромны. С этим именем связано множество деяний, определяемых словом «впервые». Он положил начало сравнительной климатологии; его наблюдения о связи между климатом и характером растительного мира определили разработку направления, названного географией растений; сделанные им исследования земного магнетизма в различных регионах земного шара

ной академии Фрайбурга и одновременно изучает стимулирующее влияние хлора на прорастание семян. В «Ленинке» обнаружилось несколько прижизненных публикаций Гумбольдта, относящихся к раннему периоду его научной деятельности: написанные по-латыни «Афоризмы Гумбольдта из химической физиологии растений», «Исследования химических изменений в воздушном кругообороте наряду с другими соображениями учения о природе» и, наконец, «Опыты по раздражимости мышечных и нервных волокон, трактуемые с точки зрения химических процессов животного и растительного мира». Последнее исследование он проводит на себе, делая раны на мышцах спины и воздействуя на них гальваническим током. Вот так, за полвека до работ Э.Г.Дюбуа-Реймона Александр Гумбольдт приходит к идее о связи между электрическими потоками в мышце и нервным процессом.

Этот перечень характеризует удивительный круг разнообразных интересов Гумбольдта: физиологическая химия, ботаника, изучение природы земного магнетизма, химического состава воздуха и подземных газов. Подспудно вызревает его философия сравнительной климатологии и географии растений, которые затем

оформятся в учение «О жизненных формах Земли» и далее — в «Физическое мирописание», единую систему знаний о природе.

Еще он занят — чем бы вы думали? — дипломатической работой: выполняет особые поручения прусского короля. А еще? В 1797 году несколько месяцев живет в Йене, слушая лекции анатома Г.Лодера, и проводит время в общении с Гете и Шиллером.

Тогда же Александр Гумбольдт начал готовиться к поездке в Южную Америку, добиваясь на то разрешения у испанского правительства. После смерти матери он получил значительное наследство, которое, не раздумывая, готов потратить на организацию своей великой затеи. Однако пройдет еще два года, прежде чем корвет «Пизарро» покинет берега Испании. И здесь случай, азарт и смелость сопутствуют Гумбольдту: порт Корунья, откуда должно было начаться путешествие, блокирован английскими военными кораблями, но, к счастью, начинается буря, и это позволяет ночью проскользнуть мимо отошедшей от берега охраны...

Путешествие по Южной Америке, предпринятое Гумбольдтом в 1799 — 1804 годах вместе с ботаником Э.Бонпланом, впервые познакомило ученых Европы с богатством и разнообразием

открыли явление «магнитных бурь»; изучая животный мир Южной Америки, Гумбольдт ввел понятие вертикального и горизонтального распределения фауны; он определил сходство в строении земной коры и горных пород в разных полушариях, а также установил закономерности географического распределения вулканов в Европе и в Америке.

Неужели подобное возможно за одну жизнь?

Но и это еще не все.

«Я не могу умереть, не увидев Каспийского моря...»

В 1829 году Гумбольдт предпринимает путешествие в Россию.

Мысль посетить азиатский континент возникает у него не впервые. Еще в 1792 году в Горной академии во Фрайбурге он знакомится с В.Ю.Саймоновым, будущим российским сенатором, видным сановником России. Под влиянием этого общения и рассказов о природе России у непоседы, у одержимого Гумбольдта возникает идея посетить Урал — край, несметно богатый минералами. Конечно, его интересовали и Байкал, и вулканы Камчатки, и Самарканд, и другие уникальные в географическом и этнографическом отношении регионы огромной Российской империи. Это понятно, это — характер: еще во время своего американского путешествия он, подобно Магеллану, мечтал «замкнуть» земной шар, пройдя через Океанию и Малайзию в Индию, Китай и Сибирь. Но тогда на такой грандиозный проект уже не было средств, да и собранный в Южной Америке материал требовал многолетнего труда — то есть обработки и осмысления результатов.

Но вот в 1811 году Гумбольдт возвращается к идее путешествия в Россию. Он даже готов посвятить ему семь-восемь лет жизни: настолько интересным и нужным для науки казалось это предприятие. Но из-за последовавших вскоре грозных военно-политических событий да и финансовых затруднений дело оказалось возможным только в 1829 году. В ту пору Гумбольдту было уже почти 60 лет.

Через тогдашнего российского министра финансов графа Е.Ф.Канкринна Гумбольдт получает приглашение Николая I «предпринять путешествие в интересах науки и страны». Формальным поводом для такого (высочайшего!) приглашения стало намерение правительства России чеканить

платиновую монету. Естественно, мнение такого ученого, как Гумбольдт, об уральском месторождении платины царю и его советникам показалось весьма ценным. Поэтому еще до отъезда в Россию Гумбольдт получил вексель на 1200 червонцев, а по прибытии в Петербург — еще 20 тысяч рублей непосредственно на экспедицию.

Он пересек прусско-российскую границу в апреле 1829 года, а покинул Россию в середине ноября...

Гумбольдт отправился в российский вояж вместе с известными учеными — минералогом Г.Розе и ботаником С.Эренбергом. Путешествие происходило под патронажем российского правительства, что имело несомненные плюсы (денежное обеспечение, организация дорожных прогонов, охрана, разрешения посещать заводы и рудники), но также и свои минусы, которые, впрочем, Гумбольдт умел использовать на благо дела. К минусам относился тот же официальный статус путешествия, что неминуемо предполагало огромное число встреч, приемов, заседаний, а также испытаным знаменитым российским гостеприимством и хлебосольством.

Остались ценнейшие документы всех этих событий — дневники Г.Розе, позднее переработанные им в книгу «Барона Гумбольдта Путешествие в 1829 году по Сибири и Каспийскому морю», и письма самого Гумбольдта, которые он регулярно отправлял широкому кругу корреспондентов. Один из последних — министр финансов Е.Ф.Канкрин, любезные письма к которому — своеобразные эпистолярные отчеты.

По описаниям современников, Россия начала XIX века представляла собой огромную малозаселенную территорию, необыкновенно разнообразную в географическом, климатическом и геофизическом отношениях. Это — десять часовых поясов, перепад географических широт от приполярных зон до тех, где царит девственная красота Алтая и экзотика



Самарканда. На этой невероятной по размеру территории были «вкраплены» губернские города и заводские поселения; там интенсивно развивались промышленность и горнодобывающее дело. В городах проживали торговый люд, купцы и провинциальная аристократия, которая, однако, в большинстве своем была образованной, владела французским и немецким языками. Регулярно работала курьерская почта. В целом же, учитывая удаленность одного города от другого в несколько сотен километров, жизнь оставалась замкнутой и ориентированной на «повеления сверху», сигналом и символом которых служили приезды важных персон. В то же время Россия была на подъеме просвещения. Идеи образования, обучения наукам, развития естествознания и медицины стали весьма популярны и поощрялись правительством. Академия наук в Петербурге и создание университетов в крупных городах (Петербурге, Москве, Казани) способствовали концентрации умов и тяге к науке и образованию.



Результаты поездки Гумбольдта и спутников были впечатляющи. За восемь месяцев путешествия, включавшего Петербург, Москву, Нижний Новгород, Казань, уральские заводские города, Пермь, Екатеринбург, Оренбург, Тюмень, реки Обь и Иртыш, Семипалатинск, Барнаул, Омск, волжские города Саратов и Астрахань, Каспийское море и снова Москву и Петербург, они, как скрупулезно подсчитал Г.Розе, проехали 14 500 верст (в том числе около 700 по воде), останавливались на 568 станциях, сменили 12 244 лошади, были на 53 переправах через реки (через Волгу — 10 раз, Иртыш — 6 раз).

Гумбольдт и его спутники собрали коллекцию в несколько тысяч растений и большой минералогический материал. С помощью наиболее точных для того времени инструментов, специально изготовленных к этой поездке, Гумбольдт произвел измерения магнитных полей и состава воздуха в различных районах, включая горные шахты и вершины. Кроме того, само пребывание Гумбольдта в столичной и провинциальной России оказало на нее огромное влияние. В первую очередь это касается образования, просвещения, науки и развития в стране горного дела.

«Почти никогда в течение моей беспоконной жизни я был не в состоянии собрать в короткое время (6 месяцев), правда, на огромном пространстве, такую массу наблюдений и идей!» — писал он в одном из писем. И далее в письме Е.Ф.Канкрину: *«Здесь научная география соприкасается с рациональным разысканием и применением минералов и, следовательно, с настоящим практическим горным делом».* Гумбольдт предсказал разработку алмазов: *«Урал — настоящее Эльдорадо, и я твердо стою на том (все аналогии с Бразилией позволяют это утверждать), что вскоре в золотых и платиновых россыпях Урала будут открыты алмазы».* Предсказание сбылось через несколько месяцев.

Ему посвящают специальные заседания Академии наук в Петербурге, в

Московском обществе испытателей природы, членом которого Александр Гумбольдт был заочно избран еще в 1805 году. Он удостоен всех возможных научных званий (почетного академика, почетного профессора, почетного члена общества) и одного из высших орденов России.

Поездка в Россию позволила ему отвергнуть концепцию о «Высокой Тартарии» — громадном плоскогорье, заполняющем всю внутреннюю Азию до пустыни Гоби. Это представление, бытовавшее со времен путешествий Марко Поло и Виллема Рубрика, стало основой для распространенной в XVII–XVIII веках легенды, что именно здесь, а не на Кавказе некогда обосновался библейский герой Ной, и будто бы Сибирь, Тартария, Индия и Кашмир и стали на самом деле «колыбелью народов».

По результатам поездки в Россию Гумбольдт пишет статьи о климате Азии и географическом рельефе этого материка, выступает с докладами. И вот что важно: человек такого масштаба, ученый с таким разносторонним, глубоким и несомненно системным стилем мышления не мог не обратиться к планетарному пониманию природы. Поэтому вполне закономерен итог путешествия по России: Гумбольдт работает над «физическим мироописанием» как единой системой знаний о Земле. В Берлине, начиная с 1830 года, он пишет фундаментальный труд о космосе («Космос: очерк физического описания мира»; «Космос и человечность»), который в пяти томах последовательно издается в 1845–1862 годах.

Несомненно, результаты путешествия Гумбольдта в Россию, равно как и сама его личность, оказали огромное влияние на русскую научную общественность. Это влияние сказалось на работах К.Рулье, И.Сеченова, В.Докучаева, Н.Северцова, В.Вернадского. Ну а если брать шире, то есть уже вне России, то труды Гумбольдта, его миропонимание и, главное, стиль мышления послужили предтечей учений Ч.Лайеля и Ч.Дарвина. И

символично, что в год смерти Гумбольдта впервые появилась книга Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора». Тираж в 1250 экземпляров был раскуплен в Лондоне за один день.

«Я не знаю ни слова по-русски, но я сделаюсь русским, как сделался испанцем...»

Его жизнь настолько колоритна, что невольно хочется пристальнее взглянуть в суть этой выдающейся личности.

Вот несколько эпизодов из пребывания Гумбольдта в России.

Он ходил пешком или ездил в повозке, но никогда — верхом на лошади. Спускался в шахты и карабкался по склонам, выказывая примеры выносливости. Среднего роста, с большим лбом и живыми голубыми глазами. Его улыбка — то благодушная, то саркастическая — придавала лицу выражение добродушного лукавства. Одет был всегда элегантно — в черный сюртук с золотыми резными пуговицами и орденской лентой, светлые панталоны и короткие лакированные ботфорты; шею закрывал белый, фигурно повязанный платок; на голове — черная широкополая шляпа.

Несмотря на особенности российских дорог, воспетых и осмеянных самими же россиянами, Гумбольдт не терял чувства юмора: *«Мы проехали 12 тысяч верст от Петербурга, и соединенные с ними 48 тысяч толчков (по четыре на каждую версту) принесли пользу моему животу. Мне представляется, что теперь я немного меньше страдаю от желудка, несмотря на то что бесконечные сибирские соусы и фруктовые настои (называемые винами) могут быть приняты за яды»*, — писал он из Астрахани прусскому послу в Петербурге.

Дальше. В день своего 60-летия, который отмечали в уральском Миассе, он получает в подарок редкую саблю булатной стали. Сопровождающие его спутники смущены («ору-



ПОРТРЕТЫ

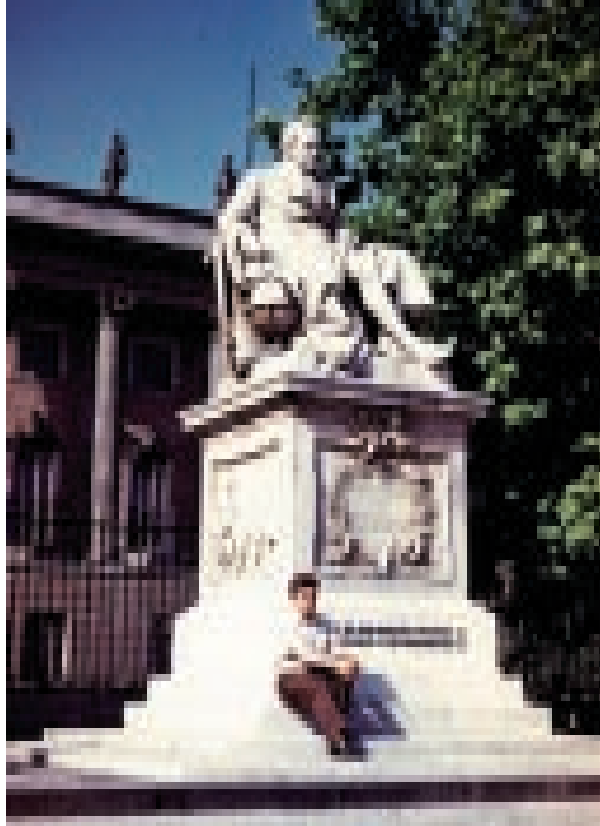
жие для Гумбольдта?»), но он тут же сам развеял все недоумения, указав на «горнопромышленную» символику подношения.

В Казани Гумбольдт поражен этнографическим разнообразием. Он встречается с местной знатью, общается с ректором университета математиком Лобачевским, гостит у знаменитого «казанского немца» Карла Фукса (врача, этнографа, декана медицинского факультета университета), присутствует на торжествах национального праздника Сабана, совершает поездку в Булгары — древнюю столицу княжества. Поздно ночью перед отъездом из Казани («это го живописного города») Гумбольдт пишет Е.Ф.Канкрину: *«Ваше превосходительство, считаю своим приятным долгом в те немногие минуты, которые у нас остаются от гостеприимства местных жителей, сообщить Вам о счастливом продолжении нашего поучительного и интересного путешествия... Путь от Нижнего до Булгар мы проехали по Волге, берега которой среди снежно-белых пятен покрыты чудесной растительностью. Здешние татарские праздники были для нас крайне интересным зрелищем».*

В этих традиционно любезных фразах — квинтэссенция его впечатлений.

Слава Гумбольдта, подчас своеобразная, бежала впереди его экипажей. Где-то в Поволжье к нему бросился крестьянин-башкир, у которого накануне украли лошадь. Он принялся просить Гумбольдта, который, как говорили, «видит сквозь землю», указать, кто же те разбойники и где сама пропажа. В другой раз в одном уральском городке разнесся слух, что скоро прибудет «тот самый сумасшедший датский принц, которого зовут Гумлет».

В Петербурге, Москве, Казани и других городах в его честь устраивали не только застолья, но и специальные заседания научных обществ. То же — в университетах и в Академии. Он должен был выслушивать многочисленные словоизлияния. Выслушивал и не оставался в долгу, был



Памятник Александру фон Гумбольдту на Унтер-ден-Линден в Берлине возле главного здания университета. На ступеньках — О.А.Гомазков, один из авторов статьи, 1965 год

обаятелен и велеречив, что дало повод А.С.Пушкину остроумно заметить: «Не правда ли, что Гумбольдт похож на тех мраморных львов, что бывают на фонтанах? Увлекательные речи у него так и льются изо рта». Однако попечитель одной из гимназий сказал о Гумбольдте: «Он делает ученым того, с кем говорит».

Император Николай I, несмотря на случившееся у него в то время нездоровье, несколько раз давал аудиенции Гумбольдту и его спутникам, вручил им ценные подарки. Вот слова царя, обращенные к Гумбольдту: «Ваш приезд в Россию вызвал громадный интерес в моей стране; Вы распространяете жизнь повсюду, где Вы проходите».

Необходимо признать: путешествие Гумбольдта по России сыграло немалую роль для научного и общественного развития нашей страны. Он впервые обратил внимание на то, что теперь, по прошествии почти двух столетий, именуется «интеграцией отечественной науки в мировое сообщество». На заседании Московского общества испытателей природы Гумбольдт отметил: *«Обширные просторы России, преобладающие видимую часть Луны, требуют совместных трудов большого числа наблюдателей...»*

Богатство и разнообразие географических, природно-экономических и этнографических пластов России произвели на него огромное впечатление. Он мечтал и хотел, чтобы это

богатство и разнообразие способствовали прогрессу как самой России, так и всей Европы. Науке и человечеству.

Александр фон Гумбольдт прожил 90 лет, до конца дней сохранив ясный ум и фантастическую трудоспособность. По-прежнему работал до глубокой ночи и спал не более четырех часов в сутки. Ежегодно

получал почти две тысячи писем и собственноручно отвечал на каждое. Никогда не был женат и, как сказано в той же Британской энциклопедии, «всегда оставался более социальной, нежели приверженной к домашнему складу личностью».

Он умер от инсульта 6 мая 1859 года в своем доме в Берлине на Ораниенбургерштрассе, 67. Этот дом волею судеб сохранился до сих пор — после полутора столетий, на которые пришли две мировые войны, а в мирное время и всяческие архитектурные новации.

Несмотря на свое высокое положение, Гумбольдт не оставил никакого состояния. Любезный и уступчивый в мелочах, он, однако, никогда не обходился молчалим от того, что его возмущало. Этот человек, объездивший полмира и обожествляемый его обитателями, под конец жизни все больше страдал от нарастающего одиночества.

Его хоронили с почестями государственного ранга.

Постскриптум

Так вышло, что Александр фон Гумбольдт объединил и нас, авторов этого очерка. Почти сорок лет назад мы впервые встретились в стенах Университета имени А. и В. Гумбольдтов — аспирант, приехавший из Москвы на стажировку в Берлин, и опекавший его обер-ассистент, ученый-медик.



Холод — двигатель эволюции

Основные движущие силы эволюции живых организмов, по гипотезе академика Николая Леонтьевича Добрецова, — изменения климата на планете, причем особенно быстро эволюция идет в периоды похолодания.

Наша планета недолго оставалась безжизненной. Уже через каких-то полмиллиарда лет после ее образования на фоне разламывающейся земной коры, растущих гор, движущихся материков и извергающихся вулканов началась биологическая эволюция.

Какие условия внешней среды больше всего влияли на нее? Н.Л.Добрецов считает, что это прежде всего изменения климата: «Они действуют подобно тому, как перистальтика кишечника заставляет двигаться пищу».

С того момента, как наша планета образовалась, температура мантии непрерывно снижалась, а значит, на поверхности Земли тоже становилось прохладнее. Однако на фоне этого общего похолодания возникали периодические колебания климата. Некоторые из этих колебаний были связаны с изменением положения Земли на околоземной орбите, как случилось, например, 96, 41 и 23 тысяч лет тому назад. На них накладываются более высокочастотные колебания, период которых измеряется сотнями и десятками лет. Самые мелкие колебания можно определить по годовым кольцам на спиле дерева: в год активного Солнца эти кольца утолщаются. Живые организмы вынуждены все время приспосабливаться к непрерывно меняющейся ситуации.

Доказательства того, что биологическая эволюция напрямую зависит от колебаний климата, ученые получили в лаборатории, которую нам подарила Природа. Это озеро Байкал. Оно идеально подходит для подобных исследований, поскольку существует 30 миллионов лет, и за это время неоднократно пережило изменения климата и рельефа (вокруг озера выросли горы). Экосистема Байкала — замкнутая, 75% видов живущих в нем организмов — эндемики, которые нигде больше не встречаются. Ученые ОИГГМ (Объединенного института геологии, геофизики и минералогии) совместно с иркутским Лимнологическим институтом изучали содержание диатомовых водорослей в осадочных отложениях на дне озера. Диатомовые водоросли, или диатомеи, — основной компонент байкальского фитопланктона, и на дне в течение тысяч лет накапливается слой их отмерших скелетов. Оказалось, что содержание диатомеи в осадках совпадает с климатическими колебаниями: в теплые периоды их больше, а в холодные периоды — меньше.

А затем ученые обратили внимание на то, как менялись диатомеи со временем. Они взяли для анализа ген цитохром-оксидазы, который играет очень важную роль в их обмене, и просчитали в нем частоту точечных мутаций. Оказалось, что мутации возникали гораздо чаще в периоды похолодания. В это же время происходило интенсивное образование новых видов — похолодание давало мощный толчок к эволюции этих организмов. Подобные закономерности исследователи обнаружили также у олингохет (щетинковых червей) и моллюсков. Рыбы же, как более сложноорганизованные существа, реагировали на изменения климата с некоторым запозданием.

По гипотезе Н.Л.Добрецова, эволюция живых организмов идет гораздо быстрее в периоды похолодания, когда они должны приспосабливаться к суровым условиям среды, чем во время потепления, когда можно жить и ни о чем не беспокоиться. Правда, в южных широтах, когда климат становится слишком жарким и засушливым, приходится приспосабливаться уже к недостатку воды, и это вызывает новую волну изменений. Тепличные же условия опрделенно не идут на пользу прогрессу.

Стопроцентная диагностика

Московские ученые разработали метод, позволяющий предсказать наступление любой болезни, а также определить, завершено ли лечение.

На свете есть множество болезней, и у каждой свои признаки. Но все они, независимо от причины заболевания и индивидуальных особенностей больных, имеют и нечто сходное. Эти закономерности, свойственные всем болезням, называются общей патологией. Анатомические и физиологические повреждения видны любому врачу, но есть и признаки, скрытые от его глаз. Эти изменения появляются как предвестники болезни, а после выздоровления некоторое время сохраняются как память о ней. Признаки такой бессимптомной патологии выявляют с помощью биохимических, иммунологических, биофизических, молекулярно-биологических и молекулярно-генетических исследований. К сожалению, медицина пока обращает мало внимания на эти возможности. В Медико-генетическом научном центре РАМН двадцать лет исследуют разные скрытые признаки общей патологии и сравнивают их информативность. По мнению исследователей, звание самых

чувствительных получают определенные белки лейкоцитов.

Геном лейкоцитов бурно реагирует на патологическое состояние организма, в результате чего в этих клетках меняется содержание белков, называемых 53К и 43К. Отношение количества этих белков к количеству гистонового белка лейкоцитов и есть показатель общего нездоровья. Ученые обследовали 1672 пациента с самыми разными недугами, как наследственными, так и благоприобретенными, среди которых фенилкетонурия, болезнь Дауна, псориаз, язвенная болезнь, бронхиальная астма, онкологические заболевания, гепатит, герпес, туберкулез и многое другое. В сферу внимания исследователей попали даже лучевая болезнь, недомогания сердечно-сосудистой системы, почек, печени и желчных протоков, уха, горла и носа, костей и суставов, желудочно-кишечного тракта. У всех без исключения обследованных соотношение белков отклонялось от нормы. Это чрезвычайно высокий показатель — стопроцентной диагностики еще никому не удавалось добиться.

До сих пор для доклинической диагностики пользовались другими маркерами, например определяли концентрацию в

крови разных типов клеток или содержание иммуноглобулинов и некоторых других веществ. Но эти признаки проявляются либо не при всех болезнях, либо не у всех больных. Относительное содержание белков 53К и 43К не дало осечки ни разу.

Сравнив предложенный ими метод доклинической и послеклинической диагностики с другими принятыми сейчас методами, московские ученые считают, что белковые параметры лейкоцитов могут претендовать на

золотой стандарт в выявлении общей патологии. Определив само наличие патологии, потенциальных больных надо отправлять на обследование, чтобы уточнить угрожающую им болезнь и принять соответствующие меры. Этот анализ не особенно трудоемкий. По мнению исследователей, его имеет смысл делать для выявления патологии новорожденных, проверять таким способом людей, которые живут или работают во вредных условиях. Так же можно следить за динамикой заболевания, чтобы знать, насколько эффективно лечение, завершено ли оно и нет ли от него какого вреда.





Загадка оксалата,

или

**Реакция,
которой
интересовались
все
знаменитости**

И.А.Леенсон

В предыдущем номере нашего журнала была помещена заметка «Пирофорные свойства металлов» (напомним, что пирофорными называются вещества, самовоспламеняющиеся на воздухе). В ней описан опыт по получению пирофорного железа из оксалата железа (II), железной соли щавелевой кислоты — желтого порошка, который после сильного прокалвания превращается в черный, вспыхивающий на воздухе.

Этот опыт широко известен и описан во многих руководствах по химии, например в пособии для студентов вузов З.Г.Васильевой, А.А.Грановской и А.А.Таперовой «Лабораторные работы по общей и



неорганической химии» (М.: Химия, 1979, с. 265). В пособии рекомендуется «нагревать пробирку пламенем горелки до тех пор, пока желтый порошок не станет черным, после чего отставить горелку и быстро закрыть пробирку пробкой, чтобы полученное железо не окислялось кислородом воздуха». Аналогичное описание дано в книге Ф.П.Платонова «Лекционные опыты и демонстрации по общей и неорганической химии» (М.: Высшая школа, 1976, с. 214), в которой подчеркнута, что «наиболее просто на лекции можно получить пирофорное железо из оксалата железа». В «Практикуме по общей и неорганической химии» под редакцией М.Х.Карапетьяна и С.И.Дракина (М.: Высшая школа, 1969, с. 236), сказано, что разложением оксалатов можно получить также пирофорные порошки марганца, кобальта и никеля; это же говорится в других пособиях. Вероятно, все, кто писал об этом, основывались на весьма компетентном и выдержавшем множество изданий «Курсе общей химии» Б.В.Некрасова. Так, в 14-м издании (1962) читаем на с. 767, что «пирофорные порошки металлов семейства железа могут быть получены восстановлением их оксидов водородом. В случае Fe удобнее пользоваться осторожным прокаливанием его оксалата, разлагающегося при этом по схеме: $\text{Fe}(\text{COO})_2 = 2\text{CO}_2 + \text{Fe}$ ». Аналогичные утверждения можно найти и в зарубежных изданиях. Так, в восьмитомной «Энциклопедии химических реакций», которая издавалась в США с 1946-го по 1959 год под редакцией К.А.Якобсона, в томе IV (1951), сказано, что при нагревании оксалата железа образуются пирофорное железо и углекислый газ и приведено соответствующее уравнение.

Казалось бы, все ясно. Однако если посмотреть другие издания, картина окажется иной. Начнем с популярного в начале XX века во многих странах (ввиду большого педагогического таланта автора) учебника американского химика Александра Смита «Введение в неорганическую химию», который в русском переводе издавался в 1911-м, 1916-м и 1931 годах. Там сказано, что при нагревании FeC_2O_4 образуется чер-

ный оксид FeO, который на воздухе самопроизвольно загорается. В «Учебнике неорганической химии» Дж.Партингтона (1920) сказано, что «FeO образуется в виде пирофорного черного порошка... при нагревании оксалата железа при 150–169°C в отсутствие воздуха: $\text{FeC}_2\text{O}_4 = \text{FeO} + \text{CO} + \text{CO}_2$ (содержит некоторое количество железа, пирофорен); при добавлении оксалата к кипящему раствору KOH: $\text{FeC}_2\text{O}_4 + 2\text{KOH} = \text{FeO} + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ». В «Справочнике по неорганической химии» американских химиков У.М.Латимера и Дж.Г.Гильдебранда (1929) читаем: «Оксид FeO можно получить нагреванием оксалата, но продукт содержит некоторое количество железа и оксида железа(III). При нагревании на воздухе сгорает». В учебнике английского химика Ф.Прескота «Неорганическая и физическая химия. Базовый курс» (1939) сказано: «FeO — черный порошок, образуется... при нагревании оксида железа (аналогично MnO). При доступе воздуха он часто раскалется». Наконец, в классическом «Курсе неорганической химии» Г.Реми (1931 год, переводы на русский язык — 1934-й и 1963 годы) можно прочитать, что «FeO получается в виде черного пирофорного порошка при нагревании оксалата железа(II) в отсутствие доступа воздуха. Он реагирует с водой, особенно при нагревании».

Но может быть, эти сведения, хотя и приведены известными химиками, устарели? Нет, о том же можно прочитать и в учебниках, написанных в последние десятилетия. Вот два примера. «FeO получают термическим разложением $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ без доступа воздуха... Он диспропорционирует на Fe_3O_4 и металлическое железо при 570°C» (Р.Рипан, И.Четяну. «Неорганическая химия». М.: Мир, 1972, т. 2). «Оксид FeO можно получить в виде черного пирофорного порошка при прокаливании оксалата 2-валентного железа» (Ф.Коттон, Дж.Уилкинсон. «Основные неорганической химии». М.: Мир, 1979). Так как же на самом деле идет реакция? Почему разные учебники и пособия противоречат друг другу?

Прежде всего — авторы учебников сами, конечно, не проводят всех экспериментов, которые описывают. Они

пользуются справочниками и обзорными работами, а также оригинальными данными, опубликованными в химических журналах. И при этом, как правило, никаких ссылок не приводят, так что остается только гадать, откуда каждый из них черпал свои сведения. Исключение составляют обзоры и некоторые справочники. Так, в упомянутой энциклопедии Якобсона приводится ссылка на работу 1883 года бельгийского химика С.Бирни и на 1-й том некоего «Словаря» М.Вюрца. Чтобы разобраться в вопросе, надо узнать результаты конкретных экспериментальных работ. Поэтому попробуем совершить краткую экскурсию по химической литературе разных лет — может быть, удастся выяснить, откуда что взялось. А путеводителем по старым работам нам будут служить многотомные (занимающие иногда огромные шкафы) справочники по неорганической химии Л.Г.Мелина и Дж.Меллора и по органической химии Ф.Бейльштейна.

Первый сюрприз: вещество состава $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ встречается в природе в виде минерала. Он был найден в отложениях бурых углей в бассейне реки Эльбы еще в 1821 году и назван гумбольдином в честь немецкого естествоиспытателя, географа и путешественника Александра Гумбольдта (современники считали его «Аристотелем XIX века», и недаром: его именем названы также хребты в Центральной Азии и Северной Америке, гора в Новой Каледонии, ледник в Гренландии, река, озеро и несколько городов в США, растения, кратер на Луне, университет в Берлине...).

Второй сюрприз: никакого М.Вюрца, на которого ссылается энциклопедия Якобсона, разыскать не удалось. Зато в 1874–1876 годах в Париже был издан химический словарь Шарля Адольфа Вюрца (реакция Вюрца известна каждому, изучавшему органическую химию, в его честь назван также минерал вюрцит — ZnS). Словарь имел несколько длинное (по нынешним понятиям), зато исчерпывающее заглавие «Словарь чистой и прикладной химии, включающий: химию органическую и неорганическую; химию прикладную, в том числе промышленную,

сельскохозяйственную и другие; химию аналитическую, физическую и минералогическую». При жизни Вюрца вышло три тома, еще семь издавались в течение 1892–1908 года. В русских переводах Вюрца называли то Шарлем, то Адольфом (например может служить когда-то популярная у русских химиков книга А. Вюрца «История химических доктрин от Лавуазье до наших дней». СПб., 1859). Трудно сказать, как называли химика родители и знакомые, но в авторском указателе пятитомной «Химической энциклопедии» (1998) написано однозначно: Вюрц Шарль (Wurtz Charles).

А откуда взялся М. Вюрц? Очевидно, референт, готовивший ссылку для энциклопедии Якобсона (некий Д. С. Аллен из городка Нью-Полтс в штате Нью-Йорк), попался на удочку, о которой в свое время рассказал Ф. К. Величко в статье «Непризнанный Демзельбен» («Природа», 1972, № 2): «Иногда встречаешь список литературы, в котором почти все французы — Мишели, во всяком случае инициалы их содержат букву М. Оказывается, во французских химических журналах до сих пор принято писать: (статья) господина такого-то (к примеру, Дебрэ). Это выглядит как «par M. Debre», и вот Debre перекочевывает в список литературы в виде M. Debre». Это значит, что M. Wurtz означает просто Monsieur Wurtz, то есть — местье Вюрц.

Но как бы то ни было, словарь Вюрца имел репутацию весьма обстоятельного труда, именно на него дается ссылка в энциклопедии Якобсона, а уже из этой энциклопедии, вероятно, заимствовали реакцию $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$ Б. В. Некрасов и другие авторы. Забавно, но в том же томе энциклопедии Якобсона можно найти реакцию $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeO} + \text{CO} + \text{CO}_2$ со ссылкой на работу 1916 года немецких химиков К. А. Гофмана и К. Шумпельта. Эта работа была посвящена реакции разложения муравьинокислых солей (формиатов) металлов и потому, видимо, не обратила на себя внимания. Однако референт энциклопедии — на этот раз У. Вагнер из Детройта — сумел среди 15 страниц мелкого шрифта отыскать нужную ему реакцию разложения оксалата железа.

Сюрприз номер три: реакцией термического разложения оксалата железа в разное время интересовались многие знаменитые химики — Иоганн Вольфганг Дёберейнер, Юстус Либих, Фридрих Вёлер, лауреат Нобелевской премии Анри Муассан, Анри Ле Шателье. Впервые же эту реакцию провел в 1825 году немецкий химик Густав Магнус. Незадолго до этого он получил пирофорное железо, кобальт и никель восстановлением их оксидов. Обнаружив при разложении оксалата железа вспы-

рывающий на воздухе черный порошок, очень похожий на полученный им ранее, он решил, что и в этой реакции образовалось пирофорное железо. К такому же выводу пришел в 1854 году его соотечественник А. Фогель. Но уже в следующем году Ю. Либих, изучив продукт разложения в отсутствие воздуха более внимательно, пришел к выводу, что образуется в основном оксид FeO и немного металлического железа. В том же году друг Либиха Вёлер провел реакцию восстановления оксалата железа водородом; естественно, он получил чистое железо. В 1880 году А. Муассан получил не загрязненный примесями FeO, охлаждая продукт разложения в токе CO. Бельгийский химик С. Бирни, проведя в 1883 году реакцию в токе азота, обнаружил в продукте железо, его оксид, а также примесь углерода — от 1 до 1,5% (в расчете на исходный оксалат). Впоследствии другие химики также обнаруживали в продуктах разложения большее или меньшее количество примесей железа и углерода.

Расхождение результатов, полученных разными химиками, — вещь не такая уж редкая. То же происходило, например, при выяснении возможности существования Bi_2O_5 , CuSO_3 (см. «Химию и жизнь», 1982, № 10 и 1988, № 5), других соединений. В случае оксалата железа вопрос, казалось бы, легко решить, проанализировав состав твердого продукта разложения. Можно, например, точно взвесить исходный образец, а потом — продукт реакции. А дальше — простая школьная задачка: из 1 моля $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (163,9 г) получится либо 55,85 г продукта в случае образования только железа, либо 71,85 г, если получился только оксид FeO, либо что-то промежуточное, если получится смесь, откуда можно легко рассчитать ее состав. Можно поступить иначе: взвесив продукт реакции, растворить его в кислоте и определить содержание в растворе железа (хотя бы осадив снова тот же оксалат — при 18°C в 100 мл насыщенного раствора растворяется всего 3,53 мг FeC_2O_4).

В действительности не все так просто. Во-первых, в начале XIX века не у всех химиков были достаточно точные весы. Даже знаменитый шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус имел в молодые годы плохо оборудованную лабораторию с довольно грубыми весами, поэтому для получения надежных результатов он был вынужден повторять один и тот же анализ по 20–30 раз. Во-вторых, и это главное, состав продукта зависит от способа проведения опыта: чистоты и степени обезвоженности исходной соли, скорости и конечной температуры нагрева, состава газовой фазы, в том числе возмож-

ности доступа воздуха. Ведь кроме окисления кислородом, между Fe, FeO, CO и CO_2 при высокой температуре возможны вторичные реакции. Кроме того, FeO термодинамически устойчив только при температуре выше 570°C, при более низких температурах он диспропорционирует на Fe и Fe_3O_4 , причем чем ниже температура, тем медленнее идет эта реакция. Не случайно, некоторые химики (например, уже упоминавшийся С. Бирни) обнаруживали смесь, содержащую в разных пропорциях Fe и FeO, а также углерод.

Можно было предположить два разных пути протекания реакции. Так, М. Гершкович (его статья опубликована в 1921 году в немецком «Журнале неорганической и общей химии») считал, что в случае металлов группы железа разложение их оксалатов дает сначала чистый металл: $\text{MeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{Me} + 2\text{CO}_2$, а затем этот металл (который выделяется в особо активной пирофорной форме) восстанавливает CO_2 — частично до CO, а иногда даже до углерода, а сам при этом окисляется до MeO или других оксидов.

Другой точки зрения придерживались П. Л. Гюнтер и Х. Рехаг (их статья опубликована в том же журнале в 1939 году под красноречивым названием «Термическое разложение оксалатов. Часть II. Синтез чистого FeO»). Они поместили сухой $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в трубку и нагрели ее до 850°C, а чтобы не было вторичных реакций, быстро откачивали газообразные продукты (CO и CO_2) вакуумным насосом. В результате образовался только оксид FeO с чистотой 99,98%! В статье был сделан вывод о том, что оксалат, нагретый выше 300°C, разлагается по уравнению $\text{FeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} + \text{CO} + \text{CO}_2$, однако соотношение $\text{CO}:\text{CO}_2 = 1:1$ реализуется не всегда, так как могут идти вторичные реакции: $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$, $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$, $4\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Fe}$. (Отметим, что в 1-й части статьи, опубликованной годом раньше, авторы изучали термическое разложение оксалатов Nd, Na, Ca, Ba и Th — во всех случаях продуктом был пероксид металла.) Этот результат позднее подтвердили другие химики. Так, французский химик Ж. Робен получил твердые растворы оксидов различных металлов, в том числе и железа, кобальта и никеля, разлагая оксалаты этих металлов. А его соотечественники А. Булле и Ж. Доремье изучали в 1959 году влияние состава газовой атмосферы на термическое разложение оксалатов Fe, Co, Ni. Оказалось, что углекислый газ замедляет скорость распада, тогда как кислород ускоряет реакцию, снижая одновременно температуру разложения (для оксалата железа — на целых 140°C).



Отечественные химики, изучавшие эту реакцию, тоже не пришли к единому мнению. В 1954 году сотрудник Томского государственного университета В.В.Болдырев изучал скорость разложения FeC_2O_4 в разных условиях. При температуре 270°C за минуту разлагается примерно половина вещества, независимо от того, что нагревать — дигидрат или предварительно обезвоженную в вакууме при 200°C соль. Состав продуктов разложения не приведен. В том же году Я.А.Угай из Воронежского государственного университета (он известен студентам многих вузов как автор учебника по общей химии) провел термографическое исследование разложения оксалатов двухвалентных металлов (Fe, Ni, Co, Mn, Cu, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Mg, Ca, Sr, Ba), а также самой щавелевой кислоты. В ходе реакции он не только измерял температуру образца, но и контролировал тепловые потоки. Таким образом можно было определить начало того или иного процесса, а также измерить его тепловой эффект. Изученные оксалаты по отношению к нагреванию разделились на две группы: CuC_2O_4 и HgC_2O_4 разлагались с выделением теплоты, остальные — с ее поглощением. Вот какие результаты получились для некоторых оксалатов (таблица справа:

вообще не теряет воду, а при $160\text{--}165^\circ\text{C}$ отщепляет ее очень медленно (1% в течение трех дней). Интересно, что безводную соль можно получить также нагреванием кристаллогидрата до $176\text{--}195^\circ\text{C}$ под слоем... керосина. Я.А.Угай довольно подробно описывает термограммы, но не указывает, каким методом определялись продукты реакции.

В этом отношении более обстоятельно опубликованная в 1957 году работа В.П.Корниенко из Харьковского государственного университета. Во-первых, он анализировал газообразные продукты на содержание CO и CO_2 , во-вторых, в твердых продуктах после их взвешивания определялось (с помощью рентгенографического анализа) соотношение металла и его оксида. Разложению подвергались высушенные кристаллогидраты, так как обезвоживание некоторых оксалатов сопровождается их частичным разложением. Одновременно определялся тепловой эффект реакции. Вот какие получились результаты (напомним, что если образуется только металл, то на моль оксалата выделится 2 моли CO_2 , а если только оксид, то получится 1 моль CO и 1 моль CO_2) (таблица внизу):

Оксалат	Потеря H_2O , °C	Разложение, °C	Продукт
$\text{NiC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	275–295	400–405	Ni
$\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	219–233	400–409	Co
$\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	> 200	371–379	Fe
$\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	93–125	384–412	MnO

Оксалат	Разложение	Моль CO_2	Моль CO	Оксид	Металл
$\text{NiC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	369°C	1,98	0,01	NiO (0%)	100%
$\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	369°C	1,95	0,03	CoO (10%)	90%
$\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	378°C	1,16	0,74	Fe_3O_4 (90%)	10%
$\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	378°C	1,12	0,85	MnO (100%)	0%
$\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	276°C	1,98	0,02	Cu_2O (10%)	90%
$\text{ZnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	368°C	1,01	0,98	ZnO (100%)	0%

Остальные оксалаты образовали соответственно $\text{Cu} + \text{CuO}$, ZnO , $\text{Cd} + \text{CdO}$, $\text{Hg} + \text{HgO}$, SnO_2 , PbO , MgO , CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 . Кстати, по данным других авторов, $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, выпадающий в осадок из водных растворов, при 100°C

Автор, анализируя свои и литературные данные, считает, что все реакции идут однотипно: сначала образуется оксид металла, который затем частично или полностью восстанавливается.

Подведем итоги. Вероятно, можно считать доказанным, что если продукт разложения $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ изолирован от газообразных продуктов реакции, то образуется FeO. К такому выводу пришли и другие авторы, измерявшие соотношение выделяющихся в реакции газов. Так, группа химиков из университета Родса (Южная Африка), изучив в 1993 году разложение смешанных оксалатов Fe, Cu, Co и Ni в атмосфере азота, обнаружила выделение смеси CO и CO_2 . Если же твердые продукты реакции не отделять от газообразных, то в результате вторичных реакций (см. выше) могут образовываться и Fe, и Fe_3O_4 .

А чем вообще интересна эта реакция? Оказывается, у нее могут быть и практические применения. В 1990 году во Франции и Германии были взяты патенты на способ получения ферритовых частиц $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$ ($\text{M} = \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Pb}$), исходя из оксалата железа. В 1995 году японские физики использовали реакцию разложения оксалата железа для синтеза титаната железа-магния, обладающего антиферромагнитными свойствами. В 1998 году Н.Ф.Кушечская из Института проблем материаловедения Национальной Академии наук Украины изучила разложение смешанного оксалата меди и железа. При его термическом разложении в атмосфере

водорода она получила высокодисперсные порошки железо-медь с размером частиц $0,1\text{--}0,3$ мкм, которые могут найти практическое применение для получения композиционных материалов. Кроме того, оказалось, что полученный из оксалата железа высокодисперсный порошок металла задерживает рост и размножение некоторых бактерий, например золотистого стафилококка. Примеры можно продолжить. Так что ученые исследуют механизм и продукты разложения этого интересного соединения не ради праздного интереса...





Фото 1 — поза
покоя на листе
морской травы
зостеры

Доктор биологических наук
К.Н.Несис,
кандидат биологических наук
О.Н.Катугин,
А.В.Ратников

Кто это к нам приглыбл такой маленький?

В конце августа 2001 года один из авторов статьи (А.В.Ратников) занимался любимым делом — подводной фотографией. Дело происходило в, быть может, самом замечательном месте российского южного Приморья: на острове Фуругельма в Дальневосточном морском заповеднике. Под вечер в бухте Западной, на глубине 3–4 метра, на песчаном дне, поросшем морской травой зостерой, он увидел странное животное — несомненного головоногого моллюска, только крохотного. Моллюск выскочил из кустика зостеры и попытался удрать, быстро меняя цвет. Но человек оказался проворнее: изловил существо и посадил в ведро. Целую ночь малышу меняли воду, а утром, когда все было приготовлено для фотографирования, выпустили.

Он совершенно не боялся: присел на кустик травы, прилепившись к нему спиной, заметил проплывающего мимо рачка мизиду, мгновенным броском схватил его, снова приклеился спиной к листу травы, спокойно позавтракал и уплыл. Ратников ему только рукой помахал — пусть живет. Размер его определили, сравнивая с визирной рамкой фотокамеры: сидя на листе со втянутыми щупальцами — 32 мм, в броске с вытянутыми щупальцами — 40 мм, половина большого пальца.

Во Владивостоке Ратников пытался определить по книгам, что за зверушка он сфотографировал. Не удалось, не оказалось такого в определителях головоногих наших морей. Пришлось посылать файлы фотографий в Москву. Выяснилось — карликовая каракатица идиосепиус парадоксальный (*Idiosepius paradoxus*). Новый для фауны России вид, род и семейство!

Это странное существо живет у берегов Японии, Южной и Западной Кореи и Китая, южнее Гонконга. Ближайшее к нашим берегам место его обитания — Юго-Восточная Корея. Оказалось, и до России зверушка добралась. Чем же странна эта крохотная каракатица (карликовая — ее официальное зоологическое название)?

Начнем с того, что герой наших фотографий (или героиня? возможно, она самка, карликовые дамы по-

фотографии А.В. Ратникова



Фото 2 —
нападение на
добычу

**Фото 3,4 —
поедание
схватенной
мизиды**

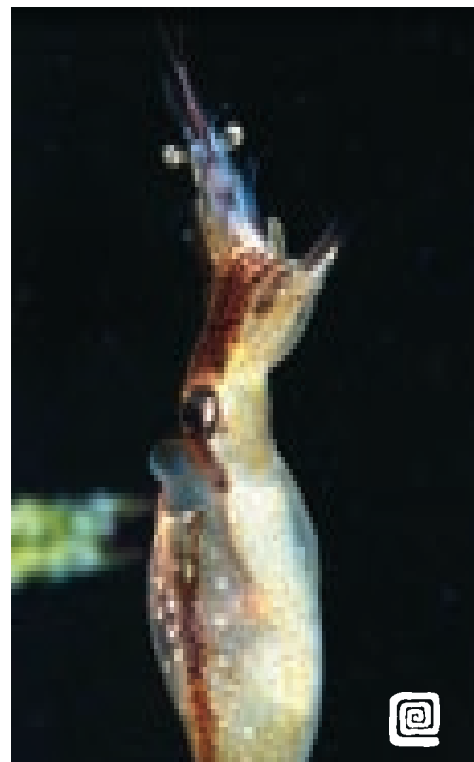
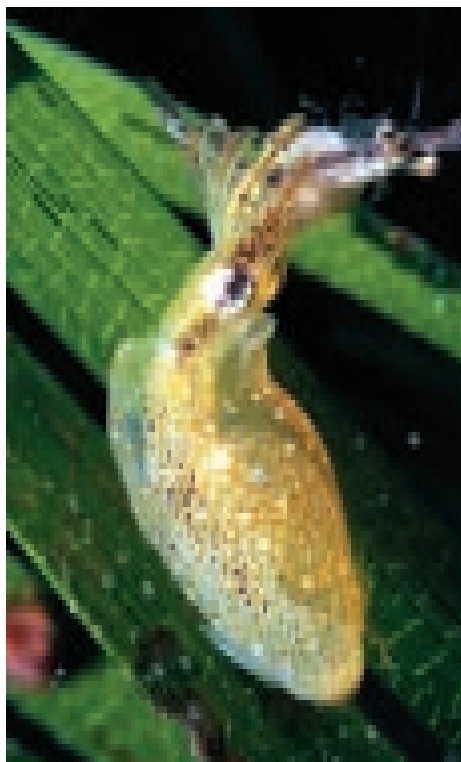
крупнее кавалеров) — чуть ли не гигант своего рода (и вида). Карликовые каракатицы иногда достигают половозрелости при длине 0,5 см, средняя длина их 1,5–2 см, а максимально известный размер — чуть меньше 3,5 см.

Водятся они в тропиках и субтропиках восточной части Индийского и западной — Тихого океана, у берегов Южной Африки и Австралии. Животные эти обычны и многочисленны, но не стайные, как многие «большие» каракатицы. Живут у самого берега, на подводных лугах морских трав. Окраска в покое красно-коричневая, красно-оранжевая или темно-желтая, но могут стать светлыми, полупрозрачными, особенно если всплывут в толщу воды. Обычно они сидят на листе морской травы в «позе полипа»: головой вверх, прикрепившись к листу спиной. Как они это делают?

Посередине спинной стороны у них имеется овальное пятно шероховатой кожи. Это спинная присоска. Там находится множество кожных секреторных клеток двух типов, овальные и бокаловидные. Бокаловидные клетки работают медленно и выделяют нейтральные полисахариды без или почти без примеси белков. Это липкая слизь. Она прочно приклеивает моллюска к любой поверхности (заметьте: в воде и без обезжиривания). Овальные клетки, напротив, работают быстро и выделяют комплекс кислых белков и полисахаридов. Они мгновенно отлепляют моллюска от листа травы, и можно бросаться в погоню за добычей.

Такая же система есть у другой маленькой (но не крохотной) каракатицы — гавайской эвпримны. Она ведет ночной образ жизни. Утром опустится на песок, поерзает-поерзает, сделает ямку, закидает себя песком — и включает «прилепляющие» клетки. Вот она уже покрыта сплошным прочным песчаным панцирем, одни глаза видны. Вечером включает «отлепляющие» клетки, встряхивается — панцирь спадает кусками, а свеженькая чистенькая эвпримна готова заняться ранним (или поздним, есть разные мнения) завтраком.

Карликовые каракатицы тоже преимущественно ночные животные, хотя вообще-то они активны круглые сутки.



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Особенно активны самцы: посидит-посидит на листике, кинется за добычей, поплавает у дна, всплывет к поверхности воды и начнет носиться, искать подругу (те поспокойнее). Плавают реактивным способом, обычным у головоногих. Но крупные каракатицы — а они бывают больше полуметра длиной и до 5 кг весом — используют реактивное плавание только в бросковом режиме, для спокойного перемещения у них служат длинные, вдоль всего туловища, плавники. У карликовой каракатицы плавнички крохотные и служат в основном для той же цели, что и стабилизаторы у земной ракеты.

Мало того что эти существа у самого берега живут и иногда у поверхности плавают, они еще и на свет подходят. Поэтому там, где они водятся, их нетрудно поймать просто сачком с лодки, а то и с причала. Содержать тоже легко: достаточно большой банки, даже продувка не обязательна — лишь бы воду меняли почаще и была бы любимая травка.

Карликовая каракатица — весьма умелый охотник. Ест она почти исключительно ракообразных, любимая пища — бокоплавы (кто из аквариумистов не знает гаммаруса!), мелкие креветки и мизиды. Как хватает добычу, видно на фотографии: стремительный бросок с вытянутыми щупальцами. Надо проскочить немного дальше жертвы и ухватить ее на заднем ходу щупальцами с присосочками на концах. Гладкий панцирь рачков присоски прекрасно схватывают. Идиосеписусы справляются с добычей размером с себя или даже крупнее. Схватит щупальцами, подтя-

нет ближе ко рту, перехватит, укусит клювом в сердце и впустит в ранку слюну. Похоже, что в слюне каракатицы, как и у осьминога, есть протеолитический фермент, который растворяет места прикрепления мышц к внутренней стороне хитинового наружного скелета. Добыча жива, но неподвижна: мышцам не на что опереться. Теперь можно снова сесть на листик и заняться трапезой (тоже на фото видно). Пара-тройка рачков в день — достаточно. Но вообще-то они способны сожрать до десятка креветок за час (правда, маленьких).

Между руками карликового хищника — рот, во рту клюв, вроде попугаячьего, но края его (и верхней, и нижней половины) зазубрены, как у самозатачивающихся ножей. На языке роговая терка (радула) со множеством мелких, но твердых зубчиков. У других головоногих тоже есть такое устройство, только края клюва гладкие и весь ротовой аппарат крепится неподвижно, а у карликовой каракатицы он способен далеко высовываться изо рта и поворачиваться вокруг оси. Поэтому каракатица может неторопливо и аккуратно выскрести из добычи все мясо. Остается целехонький пустой панцирь, который она отбрасывает небрежным жестом. Так что проблема голода наших героев не сильно волнует. Тем сильнее должна их волновать проблема любви. И они ею занимаются, и очень активно.

Созревают карлики очень рано, в полтора-два месяца. Размножаются интенсивно, половозрелая часть жизни составляет половину или даже толь-



Рисунок — слева — идиосеписус-пигмей (тропический вид) со спинной стороны, видна «слинная присоска»; в центре — спаривание у идиосеписуса парадоксального:

A — самец медленно приближается к самке;

B — быстро бросается на нее,

C — хватает ее и переносит сперматофор на ее ротовую перепонку,

D — конец спаривания, самка стряхивает с себя самца;

справа — откладка яиц у идиосеписуса парадоксального:

A — самка приклеивается к листу морской травы,

B — разворачивает воронку внутрь сложенных конусом рук,

C — переносит вышедшее из воронки яйцо к листу,

D — прикрепляет яйцо к листу,

E — готовится отложить следующее

[по рисункам японского зоолога Такаси Касугаи (2000)]



У карликов перерывы меньше, но все равно яйца откладываются раз в два-три дня. Одно яйцо к другому — получается яйцевая кладка, окруженная слизью. Каждое яйцо тоже в слизистой оболочке. В среднем за жизнь самка делает десяток или больше кладок, свыше тысячи яиц. Хотя и невелики яйца, но их общий вес (со студенистой оболочкой самого яйца и всей кладки) в пять раз больше веса самки! Вы можете себе представить, чтобы женщина за жизнь народила триста кило, а то и полтонны детишек? Вот почему карлики долго не живут. Отложила последнюю кладку — и в тот же день, максимум через день отдала концы.

Развивается кладка две недели, в прохладных водах чуть подольше. У обыкновенных каракатиц, больших и не очень, из яйца вылупляется маленькая копия взрослой каракатицы, она уже умеет и закапываться в песок, и охотиться. Но яйца карликовой каракатицы слишком малы, чтобы в них уместился запас желтка, необходимый для полного завершения развития, до моллюда. Поэтому у них (и ни у каких иных каракатиц) из яйца вылупляется планктонная личинка. У некоторых кальмаров при вылуплении может быть неполный набор рук (не четыре пары, а три или две), щупальца же у всех кальмаров и каракатиц имеются. У карликов все наоборот: набор рук при вылуплении полный, а щупальца развиваются намного позже. Так что личинки вынуждены охотиться «в ближнем бою» и лишь после появления щупалец переходят на взрослый способ охоты.

Обратите внимание: сколько раз мы уже сказали «в отличие от других каракатиц». Идиосеписусы отличаются от других каракатиц, некоторые зоологи выделяют их даже в самостоятельный отряд.

Откуда и как они к нам попали? Занесло течением, видимо, из Кореи. В последние годы поверхностные воды Японского моря у Южного Приморья летом сильно потеплели. Вот и забредают туда всяческие экзотические субтропические и даже настоящие тропические морские обитатели — и рыбы (включая летучих!), и черепахи. Настоящие каракатицы и тепловодные овальные кальмары тоже пару раз попадались. Карликовые каракатицы хорошо плавают, и личинка у них планктонная, в толще воды живет — вот и занесло.

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

ко треть неполовозрелой, а общая продолжительность жизни редко превышает 3–4 месяца. У больших каракатиц любовь протекает неторопливо. Самцы выбирают место, борются друг с другом за место, за самок, устанавливают иерархию. Затем следует красивое ухаживание с разными завлекательными (для самки) позами, потом кладка яиц — под внимательным наблюдением самца. У карликов же — ни иерархии, ни турнирных боев с ритуалами, ни ухаживания. У больших каракатиц спаривание неразрывно связано с кладкой яиц, у карликов оно может происходить в любое время.

Увидел самец самку — немедленно приблизился, рассмотрел, убедился, что самка, сделал рывок, грубо схватил за шею, повернул лицом к себе и уже пускает в дело специально измененные руки. У самца изменены для спаривания две руки, брюшная пара: левая — узкая и длинная, с двумя лопастями на вершине, как рукавичка, правая короче, но шире, плоская, по бокам окаймлена мембранами, иногда с поперечными гребнями, как на гладильной доске. Широкой он хватается самку, она так и устроена, чтобы самка не вырвалась. А узкой подхватывает выходящие из воронки сперматофоры — сложно устроенные пакеты со спермой длиной 1–2 мм — и помещает их в специальный семяприемник подо ртом самки. Там сперма может

храниться долго. Но самцу невтерпех, поскорее бы, и он лепит сперматофоры самке на голову, на шею, на брюхо, разумеется, без всякой пользы. Отстрелялся — самка его просто стряхивает с себя, и он удирает. Ну прямо любовь сверхзвуковых истребителей!

Самка кладет яйца опять-таки на листики травы, а также на камни, в аквариуме — просто на стенки. Занимается она этим тщательно и любовно. Яйца овальные, длиной с миллиметр или чуть меньше. Среди каракатиц это самые мелкие яйца. Но относительно размера крошки — немаленькие. В среднем самка кладет 13–14 яиц в день, но может и до полусотни. Процесс откладки яиц очень быстрый — полминуты-минута, самое большее полторы.

Когда самец завидит самку, собирающуюся снести яйцо, он немедленно кидается на нее, хватается за шею и переносит сперматофор прямо на яйцо, вылезавшее через ее воронку. Польза от этого сомнительна, ведь яйцо оплодотворяется, проходя мимо семяприемника подо ртом. А вдруг удача, шанс передать свои гены потомству!

У самки, как и у всех каракатиц, пара яйцеводов, но работает только один, левый. Это потому, что у больших каракатиц яйца формируются непрерывно, а откладываются порциями с большими перерывами, так что их нужно где-то копить и хранить до откладки.

Холодильникам тоже жарко!

В жаркие дни, которые в средней полосе случаются все чаще, вполне может произойти неприятность: вдруг откажет холодильник. Не то чтобы сломается совсем — нет, он будет урчать по-прежнему, но холода вы в нем больше не обнаружите, даже в морозильной камере снег исчезнет. Представьте: жена в панике, в квартире жара, продукты портятся.

Конечно, можно предположить, что нарушилась теплоизоляция (например, износилась резина на дверце), но в этом случае чаще срабатывало бы реле. Сами посудите — если регулятор стоит в положении, которое соответствует температуре -10°C в морозильной камере, то как только температура в ней станет больше, специальный датчик даст команду включить компрессор. И холодильник будет урчать до тех пор, пока температура снова не понизится до -10°C , после чего автоматически выключится. Так что плохая изоляция изменит только режим «труда и отдыха» холодильника, температура же останется прежней. Конечно, если теплоизоляции вообще нет (или открыта дверца), холодильник не сможет заморозить продукты даже при непрерывной работе компрессора. Кстати, отсюда очевидно решение известной задачи: «Как изменится температура в помещении, если открыть дверцу холодильника?» Правильный ответ: станет теплее, поскольку компрессор (который выделяет тепло) будет работать дольше.

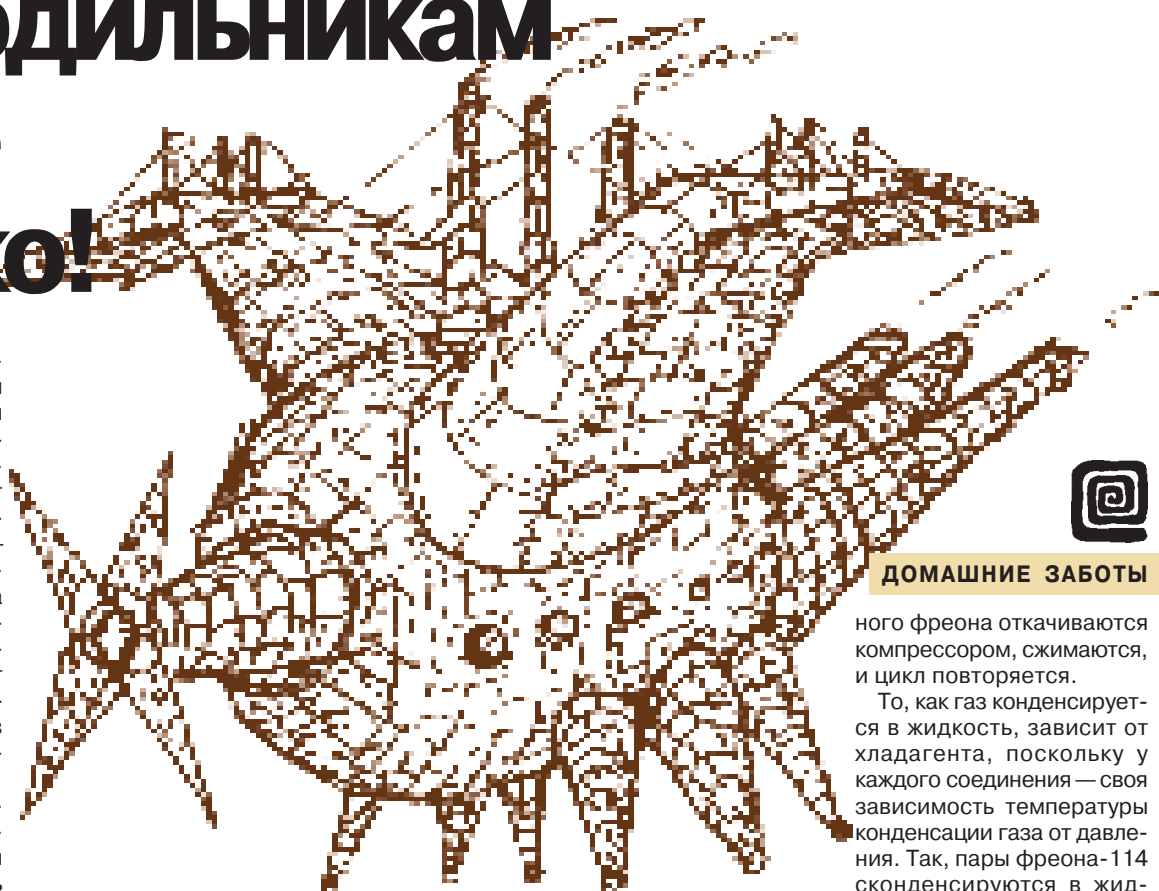
Но если не изоляция виной, то что же? Вспомним, как работает холодильник: в нем используют круговой термо-

динамический цикл, который осуществляется с помощью «холодильного агента» или просто хладагента. Это может быть любой сжижающийся газ, в том числе пары воды, аммиак, смесь пропана и пропилена, фреоны (они же хладоны) и даже воздух. Обычно в бытовых холодильниках используют фреоны (фреон-12, фреон-114 и др.).

Кстати, первая цифра в обозначении фреона — это число атомов углерода минус 1 (для производных метана эта цифра опускается), вторая — число атомов водорода плюс 1, третья — число атомов фтора (если оно больше 9, то перед ним ставится дефис). Если есть двойная связь, то четвертая цифра — это 1, а если есть бром — то буква В, за которой следует число этих атомов. Постепенное снижение симметричности в изомерах обозначается буквами а, в, с и т.д. (фреон 12 CF_2Cl_2 , фреон 12В1 CF_2ClBr , фреон 124а $\text{CF}_2\text{ClCHF}_2$).

Пусть в нашем холодильнике хладагентом служит фреон-114 (1,1,2,2-тетрафтор-1,2-дихлорэтан, $\text{CF}_2\text{Cl}-\text{CF}_2\text{Cl}$). При атмосферном давлении и

комнатной температуре это газ. В компрессоре он сжимается и при этом нагревается. Нагретый газ, проходя через конденсатор (радиатор), отдает тепло окружающему воздуху, а сам охлаждается. Конденсатор расположен на задней стенке холодильника и в рабочем состоянии всегда горячий (поэтому нельзя ставить холодильник вплотную к стенке). Охлаждение сжатого газа приводит к тому, что он конденсируется, то есть становится жидкостью. Это тоже сопровождается выделением тепла в окружающую среду. Из конденсатора жидкий фреон поступает в специальное устройство, дроссель, назначение которого — резко снизить давление (это достигается очень просто: жидкий фреон проходит через небольшое отверстие и оказывается в камере с большим объемом); при этом часть жидкости испаряется, а температура падает. Дальше фреон попадает в испаритель (расположен в морозильной камере холодильника), где жидкость полностью выкипает и температура сильно понижается. Пары холод-

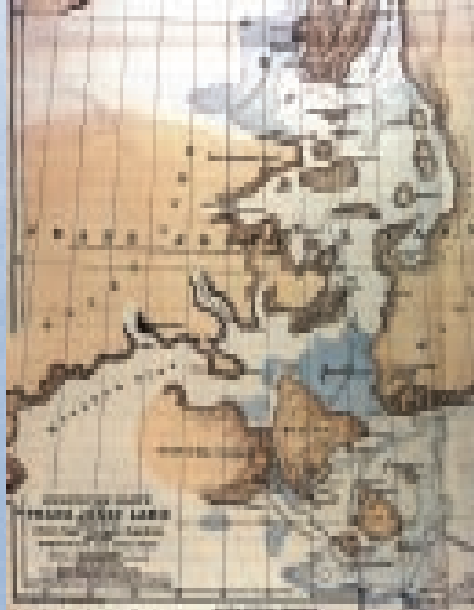


ДОМАШНИЕ ЗАБОТЫ

ного фреона откачиваются компрессором, сжимаются, и цикл повторяется.

То, как газ конденсируется в жидкость, зависит от хладагента, поскольку у каждого соединения — своя зависимость температуры конденсации газа от давления. Так, пары фреона-114 сконденсируются в жидкость при давлении 4 атм, если их температура будет не выше 45°C . Так оно обычно и бывает, если на кухне не слишком жарко, скажем, около 25°C . Но если температура в помещении повысится до 30°C , то пары фреона в конденсаторе не смогут так охладиться, чтобы при данном давлении превратиться в жидкость. Снижение давления (в дросселе) сжатых паров фреона температуру понизит, но охлаждение при этом будет значительно слабее, чем при испарении жидкости. А вот если компрессор может создать давление 6 атм, то пары фреона-114 будут конденсироваться даже при 60°C , и никаких проблем. Когда в холодильнике другой фреон (например, фреон-12), то зависимость его температуры кипения от давления будет другая (20°C при 5,7 атм) и для него потребуется более мощный компрессор. Сравнительно высокое давление требуется и для сжатия аммиака ($25,7^{\circ}\text{C}$ при 10 атм). Вот почему в очень жаркое лето одни холодильники работают исправно, а другие — нет.

И.А.Леенсон



В восьми градусах от Северного полюса

Вторая половина XIX века. Далеко позади осталась эпоха Великих географических открытий. Состоялось первое кругосветное путешествие, проложены торговые пути вокруг Африки в Китай и Индию за чаем, шелком и пряностями. Мир узнал о существовании Американского континента, несметных богатствах инков и индейцев, попробовал табак и кофе. Переселенцы обжили Австралию и Новую Зеландию. Мало-помалу людям становилось тесно в Америке, Африке и Азии: многие горные вершины уже покорились человеку, реки и озера были нанесены на карты, а нравы, обычаи и образ жизни полудиких аборигенов перестали пугать просвещенных европейцев.

Лишь две области Земли еще зияли белыми пятнами на географической карте: Арктика и Антарктика. Но они меньше привлекали внимание. Мало кому хотелось добровольно испытать тяготы путешествий в страны холода и льда, да еще неизвестно зачем. Какие богатства могли таиться там?

Большинство людей совершенно правильно полагает, что почти все географические открытия были сделаны путешественниками случайно. Но тем, наверное, и прекрасно путешествие: неизвестно, что может возникнуть за поворотом реки, за вершиной горы или за горизонтом. Однако я расскажу о таком открытии в Северном полушарии, которое было предсказано в тиши кабинета ученого. То есть не само открытие, конечно, но район поисков неизвестной земли, которая впоследствии получила название Земли Франца-Иосифа, был обоснован теоретически. Это географическое открытие стало самым крупным в XIX веке.

В императорском Русском географическом обществе

18 декабря 1870 года на объединенном заседании отделений математической и физической географии Императорского Русского географического общества (ИРГО) слушали доклад о программе специальной экспедиции в северные моря. Его подготовили на основе предложений ученого-метеоролога и географа А.И.Воейкова, которого поддерживал купец-золотопромышленник, меценат М.К.Сидоров. Эти люди заботились об отечественных приоритетах в освоении Сибири и Севера.

В подготовке программы экспедиции принимали участие выдающиеся ученые того времени А.И.Воейков, М.А.Рыкачев, Н.А.Ивашицев, С.И.Зеленский, барон Н.Г.Шиллинг, Ф.Б.Шмидт, Ф.Р.Остен-Сакен, П.П.Семенов, А.И.Шренк и Ф.Ф.Яржинский. Доложить основные положения программы будущей экспедиции предстояло молодому, но уже заслужившему высокий авторитет у коллег, ученому — Петру Алексеевичу Кропоткину. К тому времени выходяец из рода московских графов Кропоткиных успел окончить Пажеский корпус, совершить в 1860-х годах несколько эк-

спедиций по Сибири и Дальнему Востоку, и был известен как гляциолог, метеоролог, геолог и географ. Но особенно занимали П.А.Кропоткина проблемы ледникового периода в Евразии, связанные с ним перестройки рельефа суши, а также история флоры и фауны.

На заседании двух географических отделений ИРГО П.А.Кропоткин представил первую в отечественной истории комплексную программу по исследованию Русской Арктики. Опубликованная затем отдельной брошюрой эта программа имела внушительный объем — почти 100 страниц типографского текста. Но, знакомясь с ней в фондах Российской Государственной публичной исторической библиотеки, я с удивлением обнаружил, что спрос на сей научный труд был, по-видимому, невелик. Изданная в 1871 году книжка выглядела как новенькая: обложка не потрепана, края страниц не залистаны. В ней не было ни карандашных пометок, ни каких-либо иных признаков, по которым можно было бы понять, что книгу кто-то читал.

Вывод напрашивался сам собой: эта программа вообще мало знакома отечественным исследователям. А между тем именно она была полностью (!)

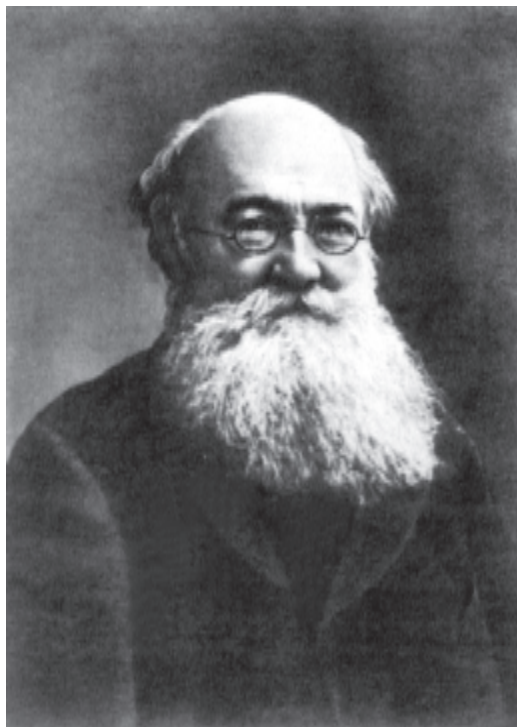


Михаил Константинович Сидоров — купец и меценат, один из авторов русской программы комплексного исследования Арктики



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Петр Алексеевич Кропоткин — революционер-анархист. Уже в 1860-х годах был известен, как ученый-гляциолог, метеоролог, геолог и географ. 18 декабря 1870 года представил на заседании ИРГО программу комплексного исследования Арктики. Должен был возглавить первую русскую экспедицию в Новоземельское (Баренцево) море



взята на вооружение организованным в начале 1930-х годов Всесоюзным арктическим институтом, ведущим отечественным учреждением, специализирующимся на изучении Арктики в самом широком смысле, а также государственным акционерным предприятием «Северный морской путь».

Что же было в программе исследований Арктики, которую единогласно одобрили на историческом заседании ИРГО? А намечались в ней многолетние исследования, сравнимые по размаху лишь с теми, что стояли перед Великой северной экспедицией, открывшей и описавшей в 1720–1740-х годах северные рубежи азиатской России: Камчатку, Берингов пролив, мыс Дежнева. Ученые второй половины XIX века собирались изучать географию и биологию океана, гидрологию северных морей и рек, ледовые условия и погоду Арктики, закономерности льдообразования, течения, полярные сияния, а также природные ресурсы и полезные ископаемые региона, надеясь вовлечь Север и Арктику в сферу хозяйственной деятельности Российской империи. Упор делали на освоение запасов рыбы и морского зверя, уделяли внимание организации регулярного сообщения между Европой и Азией.

Экспедиция планировала составить точные карты Арктики, стереть с них «белые пятна». Были намечены районы поиска загадочных островов и архипелагов в высоких широтах Арктики — вроде легендарных Земель Джиллеса, Петермана, Санникова. Этот раздел программы интересует нас больше всего. Здесь прямо сказано, что, согласно материалам наблюдений за дрейфом полярных льдов барона Н.Г.Шиллинга, между Шпицбергенем и северной частью архипелага Новая Земля должна лежать еще какая-то, доселе неизвестная земля — огромный остров или архипелаг. Вытянутый в широтном направлении, он заметно нарушает дрейф арктических льдов в этой части Арктики.

На основании сенсационных выводов молодого моряка,

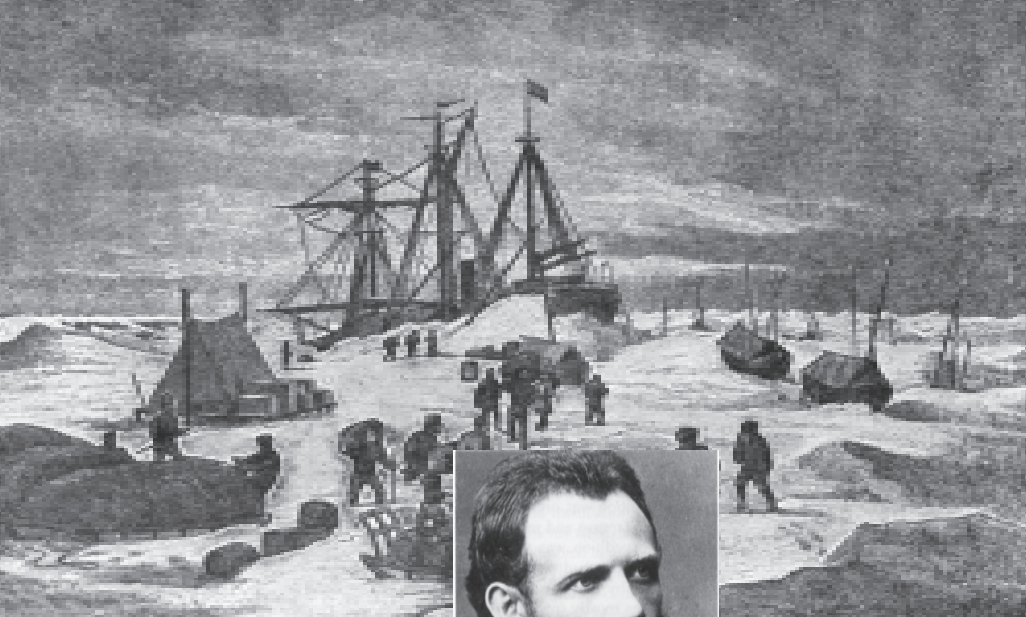
барона Николая Густавовича Шиллинга, комиссия настоятельно рекомендовала организовать уже в 1871 году предварительную экспедицию в Новоземельское (Баренцево) и Карское моря, а в 1872-м и 1873 годах — расширенную комплексную экспедицию на специальном судне, пригодном для плавания во льдах. Начальником экспедиции единодушно рекомендовали назначить П.А.Кропоткина. Кроме него и капитана судна в походе по Арктике должны были участвовать специалисты — географы, геологи, биологи.

Запланированные затраты не превышали 15 тысяч рублей. В рекомендациях ИРГО была даже оговорка о том, что до постройки специального корабля ледового класса можно было бы арендовать паровое судно отечественного флота или же воспользоваться парусными шхунами русских купцов или норвежских промышленников.

Однако правительство, получив обоснование и программу экспедиции, где была отражена, в том числе, финансовая сторона планируемых грандиозных мероприятий, отказало Географическому обществу. Чиновников не убедили ни научные доводы, ни призывы общественности, радевшей за Россию, могучую и крепкую. И это, увы, было не в первый раз.

Купец-меценат М.К.Сидоров один из авторов предложений, вынесенных на суд ИРГО, потратил все свое состояние в полтора миллиона рублей лишь на то, чтобы заставить шевелиться правительственных бюрократов. Чего только он не предпринимал! На собственные деньги организовывал экспедиции по поиску новых удобных путей из Сибири в Европу, учреждал премии капитанам, желавшим прокладывать пути по ледовитым морям, предоставлял для российских и зарубежных выставок экспонаты, позволявшие оценить богатства Северного края, выделял деньги на школы и приюты для коренных народов Севера.

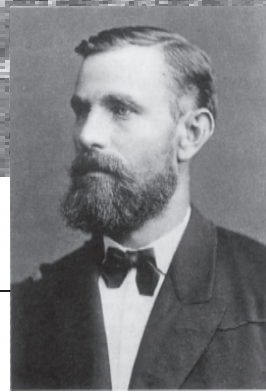
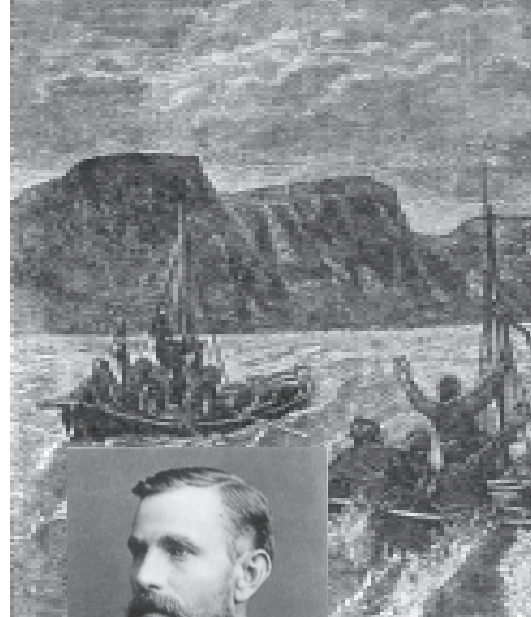
Делал он и многое другое, но все пошло прахом. Огромная подготовительная работа по организации экспедиции не получила закономерного продолжения. П.А.Кропоткин уехал в Финляндию и вновь занялся изучением следов последнего оледенения.



После второй зимовки участникам экспедиции пришлось оставить в лед судно



Юлиус Пайер и Карл Вейпрехт — начальники австро-венгерской экспедиции, открывшей Землю Франца-Иосифа



История создания и разработки российской программы освоения Арктики закончилась плачевно, а жаль. Если бы она осуществилась, Россия сразу вышла бы в передовые полярные державы: до сенсационного географического открытия оставалось всего два-три года.

Австро-Венгрия принимает арктическую эстафету

Как часто мы повторяем: «Нет пророка в своем отечестве!» — имея в виду, что человека, открытие или изобретение не оценили по заслугам на родине. Появившаяся в России идея комплексных исследований Арктики оказалась ненужной русскому правительству, но неожиданно была взята на вооружение австро-венгерскими полярниками.

В середине — второй половине XIX века Австро-Венгрия выдвинулась в число государств, ведущих свои исследования в Арктике наряду с Норвегией, Швецией и Англией. Не последнюю роль сыграл в этом знаменитый немецкий ученый Август Петерман. Знаток географии, неутомимый пропагандист изучения полярных областей, энергичный и предпримчивый издатель, он основал уникальный журнал «Dr. A. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes Geographischer Aultalt».

На страницах своей «географической энциклопедии XIX века» он собрал множество сведений об экспедициях на суше и на море, опубликовал сотни карт с указанием маршрутов этих путешествий, репортажей о географи-

ческих открытиях и деятельности научных обществ. Отлично ориентируясь во всей мировой географической литературе, Август Петерман познакомился с русской программой изучения Арктики, безусловно, одним из первых. И неудивительно, если исследователи жизни этого немецкого ученого когда-нибудь обнаружат в его архиве брошюру с программой русской арктической экспедиции, изданную в 1871 году, с дарственной надписью либо авторов, либо русских ученых-географов, присланную из России.

Кто-кто, а уж А.Петерман знал, как воспользоваться ею! Выдающийся ученый стал идейным наставником австро-венгерских арктических экспедиций конца 1860 — начала 1890-х годов. Вначале под гарантии новых открытий он получил деньги на две экспедиции в Гренландию, но оба похода на корабле «Германия» в 1869–1870 годах под руководством Кольдевея оказались неудачными. Слишком суровыми были в эти годы климатические условия у берегов Гренландии, и преодолеть многолетние льды исследователям не удалось. Но тут как раз подоспела русская программа, и А.Петерман переключил внимание на Западную Арктику, сосредоточившись на районе между Шпицбергенем и Новой Землей. Он понял, что морскую экспедицию следовало бы направить в северную часть Новоземельского моря, до сих пор ни разу не посещавшуюся судами.

И вот на деньги частных пожертвований в 1871 году в первое, пробное путешествие в Новоземельское море вышло судно «Исбьёрн» под началом

Карла Вейпрехта. В этом плавании принимал участие и Юлиус Пайер, который впоследствии разделит с К.Вейпрехтом не только командование экспедицией, но и мировую славу первооткрывателя. Эту экспедицию собрали в небывало короткий срок — всего за пять месяцев. Именно столько времени прошло с момента организации Австрийского полярного общества, под чьим флагом начала свою работу исследовательская группа. Для Австро-Венгрии это был первый опыт работы севернее Полярного круга.

Успешная проба сил воодушевила А.Петермана, и он сумел собрать под будущие открытия кругленькую сумму — около 210 тысяч гульденов. Этих денег хватило на первоклассное оборудование и обмундирование, оснащенные приборами, лодками и даже собаками, подготовленными к работе в снежной пустыне. Запасы провизии были рассчитаны на два-три года автономного плавания. Многие полярные путешественники отмечали позднее, что экспедиция Вейпрехта и Пайера 1872–1874 годов была образцом экипировки для арктических походов. До мелочей были продуманы конструкция палаток и саней, техника передвижения по льду через трещины и полыньи, крепление брезента, рационы питания как людей, так и собак. В достаточном количестве были примусы, топливо, оружие.

Кроме того, одновременно с основной экспедицией в Арктику, на западное побережье Новой Земли отправилось вспомогательное судно «Исбьёрн». Им командовал меценат и лю-



Встреча с русскими у берегов Новой Земли



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

битель полярных путешествий граф Ганс Иоганн Вильчек, который выделил восемь тысяч гульденов для закладки продовольственного депо, организованного на острове Баренца на случай непредвиденных обстоятельств.

И как же все это было похоже на то, что намечали русские ученые, на то, что включили они в свою программу экспедиции по северным морям, в свой доклад, заслушанный в ИРГО 18 декабря 1870 года!

Открытие века

Итак, 14 июля 1872 года судно «Тегеттгоф» покинуло норвежский порт Тромсё, который на своем веку проводил в полярные плавания тысячи промысловых шхун и экспедиционных судов. На борту корабля было 24 человека: участники экспедиции и члены экипажа. Пройдя Нордкап, «Тегеттгоф» вошел в Ледовитое море — так называли в ту пору Северный Ледовитый океан, а 3 августа путешественники были уже севернее пролива Маточкин Шар, разделяющего архипелаг Новая Земля на два острова — Северный и Южный.

12 августа они встретили у Панкратьевых островов «Исбьёрн», прибывший сюда со Шпицбергена, заложили продовольственное депо, и 20 августа суда расстались. «Исбьёрн» ушел в Европу, а «Тегеттгоф» собирался продолжить свое плавание, но в тот же день судно затерло льдами. Мореплаватели еще не знали, что их корабль вмерз навечно. Сначала медленный дрейф уносил их на северо-восток, вдоль Новой Земли, а затем направление дрейфа изменилось, и «Тегеттгоф» продолжил свое путешествие вместе со льдиной на северо-запад. 12 октября с судна еще видели на горизонте горные цепи Новой Земли, но это было в последний раз. На следующий день начались полярная ночь и первая

зимовка. Дрейф медленно увлекал судно в неизвестную даль, но экипаж надеялся вскорости освободить корабль из ледового плена. Настроение у всех было хорошее. Путешественники наблюдали за погодой, сжатием льдов, вели научные диспуты, регулярно определяли местоположение судна. С 21 августа 1872 года по 27 февраля 1873 года судно преодолело вместе со льдами около трех градусов по широте и достигло отметки 79° 12' с.ш. Окончание полярной ночи отметили костюмированным карнавалом.

С конца мая до конца августа участники экспедиции изо дня в день боролись за освобождение судна из ледового плена — лед взрывали, кололи, пилили, изобрели даже специальные пилы для льда. Но отвоеванные с невероятным напряжением сил метры чистой воды тут же исчезали: куски льда опять смерзались и судно оставалось на месте. Да и что могли сделать 24 человека с пяти-семикилометровой льдиной, накрепко сковавшей «Тегеттгоф»?

Конец августа прошел в охоте на тюленей. Стало ясно, что экспедиции предстоит вторая зимовка и она будет куда более суровой, чем первая. Нужно было запастись топливом для горелок — тюлений жир.

И вот когда настроение участников стало заметно ухудшаться, состоялось открытие! В разрывах облаков участники экспедиции, находившиеся на палубе, увидели на северо-западе скалистые горы. Крики «земля! земля!» заставили всех остальных выскочить из кубриков наверх. Наконец-то морские течения привели экспедицию к каким-то берегам. Но, сверившись с картой, путешественники обнаружили: в данном районе не должно быть никакой суши — ни материка, ни островов. Стало ясно, что австро-венгерская экспедиция додрейфовала до неведомой земли; ее единодушно решили назвать Землей кайзера Франца-Иосифа.

У путешественников, находящихся на затертом во льдах корабле, было одно желание: ступить на землю, пусть неизведанную, но землю. Ведь более года они жили на дрейфующем судне и уже устали ждать, когда треснет льдина, и опасаться, что при очеред-

ном сжатии льдов «Тегеттгоф» будет раздавлен. Но высадка оказалась делом непростым. Дрейф льдов и морские течения у новооткрытого архипелага имели одну особенность — не доходя до островов, они поворачивали на север. Расстояние почти 20 миль между судном и Землей Франца-Иосифа было слишком велико, чтобы отправиться в санный поход. И все же, когда дрейф приблизил льдину к островам на 12 миль, шестеро смельчаков рискнули отправиться на разведку. Однако их застигла пурга, и это чуть не привело к трагедии; если бы не собаки, людям, наверное, так и не удалось бы вернуться к кораблю.

Но вот к 31 октября 1873 года льдина сократилась в размерах до нескольких сотен метров, и положение дрейфующих путешественников стало критическим: при очередном сжатии судно могло раздавить льдами. На следующий день они находились всего в трех милях от новооткрытой земли, и было решено отправить на берег отряд для обследования суши. На этот раз операция прошла успешно. Погода благоприятствовала путешественникам, первые люди ступили наконец на Землю Франца-Иосифа и оказались на острове. Назвали его островом Вильчека — в честь графа Вильчека.

Обследование этой суши продолжалось неделю. Остров казался безжизненным: лишайники, скалы, снег да глетчер, язык которого спускался к морю. И все-таки это была настоящая земля! Исследователям непременно хотелось вернуться на Землю Франца-Иосифа еще раз, но обстоятельства этому не способствовали. А дрейф между тем продолжал свою работу: «Тегеттгоф» медленно, но верно продвигался вдоль неизведанных берегов. Они проплывали мимо, и это стало раздражать начальников экспедиции Ю.Пайера и К.Вейпрехта.

По окончании второй зимовки, 24 февраля 1874 года, они приняли окончательное решение, и в начале марта участники экспедиции занялись обследованием новой земли. На берег взяли только самое необходимое — продовольствие, оружие, топливо, инструменты, научные приборы, палатки, сани и собак, но все-таки общий вес снаря-

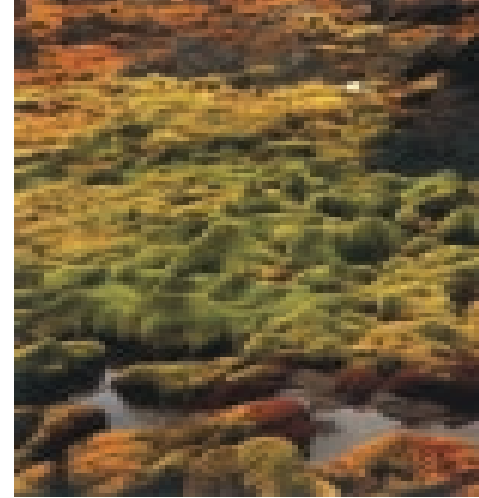
жения для отряда из семи человек, возглавляемого Ю.Пайером, достигал шести-семи центнеров.

Три собаки и шесть человек с трудом тащили большие грузовые нарты. До острова Вильчека шли целых два часа, но, оказавшись на берегу, сразу же приступили к описанию суши и составлению карты острова. За четыре-пять дней путешествия на собачьих упряжках открыли еще несколько островов, обнаружили много проливов, гор и ледников.

В это время экспедиция понесла и первую утрату: 16 марта после многомесячных мучений от цинги скончался машинист Отто Криш. Так на архипелаге Земля Франца-Иосифа появилась первая могила. На острове Вильчека до сих пор сохранился крест на том месте, где похоронили этого отважного человека.

После возвращения первой группы на судно наступил черед следующего отряда. 25 марта семь человек с грузом в 16 центнеров выступили на север. Перед исследователями открывались все новые и новые снежные и ледяные дали, перемежающиеся выступающими из моря островами, холмиками, горами торосов. По пути отважным путешественникам приходилось защищаться от белых медведей, но они продвигались все дальше и наконец достигли суши под $81^{\circ} 37'$ с.ш. — острова Гогенлоэ. Здесь на мысе Шреттер Ю.Пайер принял решение разделить ю на две партии. Он и еще два человека отправились искать северные пределы Земли Франца-Иосифа, а остальные остались ждать их возвращения и охранять имущество. 12 апреля тройка первооткрывателей достигла самой северной точки архипелага. Это был мыс Флигели на острове Рудольфа.

Исследователи водрузили австро-венгерский флаг и оставили записку о том, что матрос Антонио Занинович, мичман Эдуард Орел и начальник экспедиции Юлиус Пайер первыми достигли северной оконечности Земли Франца-Иосифа. Но им и тем, кто остался на мысе Шреттер, еще предстояло возвращение на корабль, а для этого надо было пройти 16 морских миль по безбрежным льдам, постоянно щурясь от слепящих глаза отблесков весеннего солнца. Они выступили 13 апреля с острова Рудольфа и через сутки встретились со своими спутниками, ожидавшими их во временном лагере на острове Гогенлоэ, затем все вместе отправились на «Тегеттгоф». Обратный путь оказался короче, и 22 апреля, к ночи, семеро путешественников незаметно подошли к замерзшему судну. Собаки учуяли их лишь вблизи, и неожиданное появление отряда вызвало



Даже реки на архипелаге — и те в ледяных берегах

целый шквал эмоций у остальных участников экспедиции.

А положение судна между тем не менялось. Оно по-прежнему находилось в ледовом плену. Впереди маячила перспектива третьей зимовки, пережить которую было бы уже трудно: многие за зиму переболели цингой, запасы топлива и продовольствия уменьшались, и все понимали, что на тюленьем мясе и медвежатине долго не протянуть. Надо было возвращаться, и почти весь май путешественники готовили снаряжение к долгому путешествию на материк.

С собой решено было взять три лодки, установленные на полозья. К каждой из них «приписали» по пять-семь человек: им предстояло везти по снегу, льду и торосам поклажу весом по 90 центнеров, 50 из которых составляло продовольствие. Уникальные зоологические и геологические коллекции пришлось оставить на корабле. Не взяли с собой ни шкуры белых медведей, ни библиотеку. Фотографии родственников и друзей, которые были с экипажем в почти два года, помогая ему переносить тяготы и невзгоды дрейфа, походов по льдам и полярную ночь, были в тяжелых рамках. Не надеясь сохранить эти реликвии, их решили оставить на новооткрытой земле: фотографии повесили на скалы острова Вильчека, близ стоянки «Тегеттгофа».

20 мая экипаж австро-венгерской экспедиции покинул корабль, служивший ему пристанищем в течение двух лет. В его честь был назван один из красивейших скалистых мысов на острове Галля. И начался поход через торосы, по пояс в снегу, с постоянными купаниями в полыньях, который длился два с половиной месяца. В сутки проходили не более мили, а потом падали без сил. Полыньи пытались пе-

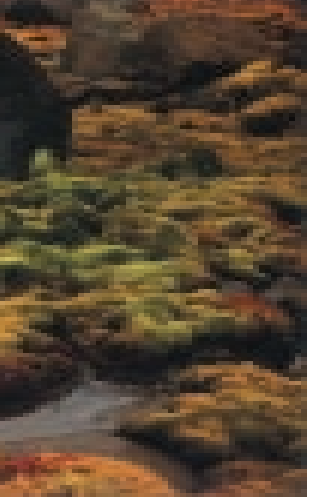
реплывать на лодках. Для пополнения запасов продовольствия били тюленей и белых медведей.

Однако ветер и течение сводили на нет все усилия путешественников, и потому к 16 июля они оказались только на широте $79^{\circ} 30'$, то есть там, где были и год назад. Дрейф не пускал людей на юг. Лишь 7 августа 1874 года участникам экспедиции удалось пройти 12 миль — абсолютный рекорд за все время пути. В этот день они почувствовали, что льдина под ними мерно и плавно покачивается: значит, недалеко была открытая вода, и волны уже колыхали края ледяных полей.

А через неделю путешественники и вправду достигли кромки льда под $77^{\circ} 40'$ с.ш. и около 61° в.д. От покинутого «Тегеттгофа» их отделяло расстояние в 131 милю. Потом был путь по морю на лодках до Новой Земли, и наконец 16 августа на горизонте показались горные цепи мыса Нассау, что находится на Северном острове архипелага.

В ночь с 17 на 18 августа участники экспедиции наконец-то ступили на берег, где по-настоящему кипела жизнь. Новая Земля — это многотысячные птичьи базары, стада оленей, рыба. Радостное событие произошло южнее полуострова Адмиралтейства. Дальнейший путь на юг лежал вдоль западного берега Новой Земли, и 24 августа участники австро-венгерской экспедиции добрались до Пухового залива.

Здесь их глазам предстала радующая душу картина: на морской глади покачивалась на волнах русская шхуна «Николай» знаменитого полярного капитана-зверопромышленника Федора Воронина. Радость путешественников была такой, что ее невозможно описать. Два дня продолжалось празднование встречи. А русские, видя незавидное положение европейских



**Настоящая жизнь, сплошной
моховой покров, возможна
в этих полярных широтах
только под птичьими базарами,
откуда стекает органика**



мореплавателей, бросили свои промыслы и доставили участников экспедиции в северо-норвежский порт Вардё, где 3 сентября и распрощались с ними, подарив на прощание каждому по медвежьей шкуре.

Интернациональный архипелаг вчера и сегодня

Взглянув на современную карту Земли Франца-Иосифа, невольно обращаешь внимание, как много на ней непривычных для слуха разнородных географических названий. Хотя это совсем не удивительно. Ведь открыли архипелаг австро-венгры, среди которых были и южные славяне, и итальянцы, и чехи, и немцы. Они нарекали острова, горы и заливы именами своих соотечественников: полярных исследователей, меценатов, иных достойных с их точки зрения людей.

До конца 1920-х годов Земля Франца-Иосифа никому не принадлежала: юридический статус ее был неясен. Сразу же за австро-венграми сюда потянулись норвежские зверобой-промысловики. Почти 60 лет сюда ежегодно приходило по несколько норвежских промысловых шхун. Цель они преследовали одну: добыть как можно больше морского зверя. Зверобой преуспели в своем деле, даже слишком. Главным промысловым ресурсом на архипелаге был морж. И расчеты показывают, что за время эксплуатации ресурсов архипелага норвежцы забили здесь более десяти тысяч зверей, резко подорвав тем самым в первой трети XX века численность этих морских млекопитающих. От такого усердия промысловиков западно-арктическая популяция моржа не может оправиться до сих пор. А ведь еще были десятки, сотни и тысячи отстрелянных белых медведей, тюленей, китов.

И конечно, раз уж Земля Франца-Иосифа была ничьей, сюда устремились все желающие испытать себя в полярных экспедициях. Тем более что до полюса отсюда было рукой подать — каких-то восемь градусов. Первенство держали англичане — Ли Смит (1881–1882) и Фредерик Джексон (1894–

1896), и американцы — Вальтер Уэльман (1898–1899), Эвелин Болдуин (1901–1902) и Антон Фиала (1903–1905). В 1899–1900 годах тут побывали итальянские путешественники во главе с герцогом Абрुццим.

Но в 1901 году Россия решила заявить о своих территориальных претензиях на архипелаг. 9 мая этого года экспедиция С.О.Макарова на ледоколе «Ермак» посетила Землю Франца-Иосифа и подняла русский флаг на мысе Флора острова Нортбрук. В этой своеобразной столице архипелага побывали почти все, кто когда-либо путешествовал по здешним местам. Остров служил чем-то вроде стартовой площадки для рывка к Северному полюсу.

Однако почти все экспедиции тут же и заканчивались, не успев даже стартовать: то мешала непогода, то сроки были неподходящими. Нередко дело ограничивалось только зимовкой. Об отчаянных попытках преодолеть последние 8°, оставшиеся до полюса, и сейчас напоминают кое-где сохранившиеся постройки, памятные знаки, развалины, остовы судов, кострища и останки брошенного снаряжения.

На рубеже 1920 и 1930-х годов СССР решил довести дело, начатое еще царской Россией, до конца и все-таки присоединить архипелаг к своим территориям. Об этом он заявил в специальном декрете от 15 апреля 1926 года. И вот в 1929 году по инициативе Арктического института сюда была организована экспедиция на ледоколе «Седов». Исследователи собирались уточнить карты архипелага, водрузить на островах государственный флаг своей страны, построить промысловые становища, с тем чтобы заселить их впоследствии охотниками и зверобоями. Государство собиралось организовать здесь островное промыслово-зверобойное хозяйство по типу новоземельского.

Хотя поход проходил в тяжелейших ледовых условиях, «Седов» все-таки достиг архипелага, но строить здесь становища оказалось невыгодным: промысловая база была, как выяснилось, недостаточной, птичьи базары малочисленными, а пушного зверя не оказалось вовсе. Но зато экспедиция собрала столь уникальный материал о природе

архипелага, что его еще долго обсуждали в научной литературе.

Однако ни декрет советского правительства, ни поход «Ермака» не остановили иностранцев. Особенно долго упорствовала Норвегия. Даже в 1930 году, через год после отечественной экспедиции, на Земле Франца-Иосифа побывала очень крупная норвежская. И она собрала куда больший научный материал, чем наша. Лишь после повторного официального заявления и обращения правительства СССР к государствам и парламентам всего мира иностранные нашествия на Землю Франца-Иосифа прекратились.

Ныне Земля Франца-Иосифа — самый отдаленный район Архангельской области. Он практически недосвягаем: у пограничников, моряков и ученых слишком мало средств и организовать сюда морской или вертолетный маршрут невероятно трудно. Когда-то на островах архипелага было несколько полярных станций, на острове Хейса работала уникальная обсерватория имени Э.Т.Кренкеля. Отсюда запускали в небо специальные метеорологические ракеты и шары-зонды для изучения атмосферы высоких широт Арктики. Были тут, естественно, и военные точки.

Экономические неурядицы в стране сделали архипелаг практически закрытым и недоступным для посещения, однако в 1994 году его решили изолировать еще больше и объявили государственным заказником федерального подчинения.

И все-таки, несмотря ни на что, Земля Франца-Иосифа остается жемчужиной Арктики. Здесь можно встретить белого медведя и моржа, увидеть голубые и зеленоватые ледники, черное ночное небо и живые цветы под сантиметровой толщей внезапно образовавшейся наледи. Архипелаг остается символом мужества и отваги путешественников, неумолимых покорителей всего неизвестного, далекого и непознанного.



Нелетная погода

Самолет не бывает живым.
Самолет не может знать, что такое любовь.
Самолет суть холодный металл.
Самолет — всего лишь машина.

Ричард Бах

Каким бы он ни был, старым или новым,
из ткани или из жести,
самолет — это не просто машина.

Ричард Бах



Мы не сомневаемся, что в среднем девять из десяти наших читателей (и те, которые еще «надежды питают», и уже миновавшие этот этап бытия) скажут вполне уверенно: «Маленький принц» Антуана де Сент-Экзюпери — одна из любимейших ими книг. Так вот: «Маленький принц» был написан в 1942 году — то есть ровно 60 лет назад. Дата, конечно, не круглая, но для всех нас, любящих Экзюпери, все-таки значимая.

А за несколько лет до того, конкретно в 1938-м, им была создана «Планета людей»...

Военный летчик Антуан де Сент-Экзюпери погиб в небе над Корсикой 31 июля 1944 года. Ровно 58 лет тому назад. Тоже дата (ибо вы сейчас держите в руках июльский номер «Химии и жизни»), хотя и не круглая опять же...

Так кем он был по сути — профессиональным писателем или профессиональным летчиком? Ответ на этот вопрос в годы Второй мировой войны попытался дать еще один француз, и тоже несомненно великий, — Шарль де Голль. «Либо пусть он пишет, либо летает» — вот смысл высказывания лидера Сопротивления... Да, не слишком любезно, мягко говоря. Ну, недолгоблывал де Голль Экзюпери, это известно. Может быть, потому, что последний мог и писать, и летать, а генерал, пусть и великий, не мог этого понять?

Это понимаем мы. Поэтому сегодня и решили напомнить о тех самых датах. О великом писателе, для которого летать значило жить. И не только в снах, а наяву.

Рассказ нашего молодого автора, сегодня дебютирующего на «Литературных страницах» «Химии и жизни», именно об этом. О человеке, который, если он одухотворен, может, казалось бы, невозможное. И тогда мир ему в помощь.

Где тут фантастика, где реальность?



Николай Никифоров

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

1

Двигатель жалобно всхлипнул и окончательно заглох.

Контакт, детка. Я сказал — контакт!

Что может быть страшнее лопасти, которую ты видишь? Когда под тобой десять тысяч футов ветра, а руки не знают, что дергать — бесполозное зажигание, штурвал или свой собственный член? Наверное, ничего. Исходов два, один из них летален.

Заводись. Ради всего святого, заводись и не вздумай срываться с потока!

Странно. Перед вылетом Тони еще раз все проверил. И даже не потому, что не доверял бортмеханику... Наверное, этот парнишка сидит сейчас в кафе, потягивает легкое вино и закручивает очередной роман с какой-нибудь впечатлительной мадам... А ты — здесь, в этой самой кабине, откуда видно полнеба и еще чуть-чуть.

Не вздумай паниковать, идиот. К черту бортмеханика. Одно из двух: либо ты заводись, либо пытаешься сесть.

Тони потерял лапку бензонасоса. Иногда помогает. Мысленно отсчитал пятнадцать секунд, повернул ключ. Что-то щелкнуло, застонало, одна лопасть благополучно ушла вниз, на ее место пришла другая, но так и не соизволила убраться. Зараза. Их всего три, они дробят округлость на равные части и толкают воздух. Благодаря этому мы летим, а не падаем.

Заткнись. Все, что угодно, только не парашют! В пустыне это — смерть.

Стрелка на шкале неумолимо ползла к отметке четырех с половиной. Внезапно Тони стало абсолютно все равно, заведется строптивая машина или нет. Скорее всего, не заведется. В ушах — тишина, перед глазами пляшут искры, а сам он — как рыба в аквариуме. Который летит вниз. На сотни миль вокруг раскинулись пески, в кабине теплело.

Только не в дюны. Куда угодно — только не туда!

Когда пропеллер крутится, есть право выбора, есть шансы и варианты. Сейчас вариантов только два: либо машина садится, либо... Сверху пустыня похожа на море, и, когда под тобой вибрирует твое кресло, в голову лезут самые интересные метафоры. А когда все молчит, а эти дюны несутся тебе навстречу, пустыня больше всего походит на гигантскую пилу, которая неумолимо приближается к твоему аппарату с полными баками.

Тысяча футов.

Тони чувствовал себя так, будто под кожу загнали лед. Жидкий лед. Одревеневшие руки вцепились в штурвал, глаза судорожно искали подходящую площадку. Восемьдесят миль в час.

Пятьсот футов.

Там, где не ступала нога француза.

Четыреста футов.

Там, где ленивые вараны показывают друг другу язык.

Триста футов.

Там, где солнце и песок рождают воду, которой нет.

Двести футов.

Где днем чувствуешь себя яичницей, а ночью — Дедом Морозом.

Сто футов.

Штурвал на себя. Не закрывать глаза. С солью проблем не будет.

Последние дюймы. Oh, Mon Dieu!

2

Тони очнулся от невыносимой духоты в кабине. Казалось, всё вокруг плавится: одежда, стекла приборов. Между ног расплылось вонючее пятно — мокрый спутник смерти. А как же иначе, черт побери? Когда вот-вот уйдешь, твой организм желает оставаться чистым, как в день рождения.

Ну вот ты и сел, чудик!.. Шлем отправился под кресло, а руки рванули затвор фонаря кабины. Да здравствует жизнь! Да здравствует моча!

В мутном стекле кабины мелькнула голова с кляксоподобной стрижкой. Конечно, это никак не вязалось с образом прилизанно-благообразного Тони, скажем, где-нибудь в кафе, поскольку сейчас он был «Тони После Того Как У Него Заглох Чертов Двигатель Прямо в Небе»...

Ему неслыханно повезло: машина умудрилась сесть на крошечном пятнышке между дюнами. Под ногами хрустел песок вперемешку с солью. Обилие колючек, и это радовало: возможно, здесь есть вода. В общем, неплохое местечко для ремонта птички Мари. Да, именно так — птички Мари: перед тем как испытывать машину, он дал ей это

имя. Теперь птичка Мари испытывала его... Рука потянулась в нагрудный карман и выудила оттуда маленькую записную книжку с огрызком карандаша.

29 декабря 1944 года, утро. Ну вот, я жив. Чего же боле? Ах да. Заглох мотор.

Тони забрался под крыло, хотя в этом пекле смысл тени испарялся. Ощущение рождественского гуся, которого сушили в духовку... Потом из кабины извлек термос, из другого нагрудного кармана — стальную фляжку коньяка. «От лучшего друга Леона на вечную память».

— Термос и пустыня, — рассмеялся Тони. — За тебя, Леон.

Да, смешно: брать с собой горячий чай, чтобы не замерзнуть ТАМ, и пить его ЗДЕСЬ, где можно вскипятить воду прямо на песке. Черт, а ведь всего полчаса назад у него был совсем другой расклад. Либо удачная посадка, либо смерть. Все определяет Шанс. Сейчас он почти такой же, как и был, лишь слегка поменялись условия задачи: либо птичка Мари взлетает, либо Тони остается в пустыне навсегда. Когда слишком часто встречаешься с костлявой, постепенно начинаешь привыкать к ее присутствию. Иногда она приходит в образе «фоккера», который садится тебе на хвост и вышивает имя фюрера на стабилизаторе. Иногда — в виде мальчишки бортмеханика, который что-то забывает. Взорваться в воздухе или даже разбиться — страшно, но быстро. Однако сейчас, в первый раз, костлявая явилась в виде пустыни, неисправного самолета и термоса с чаем (единственным запасом воды на ближайшие три дня). Интересно, как это: умирать в пустыне? Это очень долго?

— Пошел к черту, нытик! — ухмыльнулся Тони. — За тебя, птичка Мари! — Он сделал еще глоток и слил остатки чая в термос. Мало ли что.

Коньяк и полсигареты сделали свое дело. Захотелось спать — просто лечь, привалившись к покрышке колеса, и отключиться... Давным-давно, когда Тони еще и мечтать не смел, чтобы хоть разок посидеть за штурвалом, был у него друг. Точнее, старый Ренар был не просто другом — он был всем: воздушным змеем, который всегда взлетал; игрушечной яхтой, которая шла против ветра; добрым советом, после которого все сложное в три минуты становилось простым. Ренар говорил: «Если ты что-то не можешь сделать сейчас — значит, ты обязательно осилишь это потом. Сначала ты должен научиться думать, а потом делать».

А думать сейчас есть над чем. Первое — определить, на каких же параллелях и меридианах он, Тони, застрял. Второе...

— Дядя Ренар, а он правда будет летать?

— Все змеи до этого летали, а наш вдруг сделает штопор? — Старик качает головой. — Обижаешь, друг.

Они сидят под каштанами, те зажигают свечи. Просветы между листьями заливают небо, по-весеннему фиолетовое, — его постепенно заполняют светляки звезд. Тони все время ловил себя на одной и той же мысли: он ни разу не видел, как они туда прилетают. Вроде бы смотришь на кусочек полотна, там ничего нет — ну, иногда проплывет облако, совсем как борода Ренара, — и все. Но стоит на секунду оторвать взгляд, а светлячок уже там. И ничего с этим не поделаешь.

— Делал я змея, только он не хотел летать, — вздыхает Тони.

— Это потому, что ты неправильно подобрал рейки, понимаешь? Они должны быть ровные, а ты вон каких коряг настругал. Кривые, как моя жизнь.

Тони смеется — он нередко смеется, когда остается вместе со стариком. Мамы часто нет дома, а одному там делать нечего. Серебристую бороду Ренара всегда видно: он

живет в своем домике рядом, и Тони ему как родной, и мама — как блудная дочь. Он смотрит на нее сурово: никто не смеет так смотреть на маму. А старик может. И смотрит — она опускает глаза.

— А если одна половинка будет тяжелее другой, он никогда не взлетит, — поясняет Ренар.

— Почему?

— А почему одноногие не могут ходить без костылей?

— А...

Очень скоро становится так темно, что старик зажигает керосинку. Естественно, доделывание змея откладывается на завтра, и сейчас старик и мальчик ждут. Тони ждет свою маму. О стекло лампы неистово бьются мотыльки, с каждой минутой их становится все больше, слышен треск, на траву падают живые головешки.

— Почему они летят прямо в огонь?

— Потому, что мы их обманываем. На самом деле они летят на лунный свет, летят как можно выше, а там... — Тут Ренар улыбается.

— Что — там?

— Не важно. Вместо своей луны они получают керосин.

— Жалко, — вздыхает Тони.

— Что ж, в твоих силах потушить эту лампу.

Тони до слез жаль мотыльков, он предпочитает сидеть в темноте. Звезды светят очень ярко.

— Дядя Ренар, а какие они — звезды?

— Гм... Знаешь, я сам над этим думал. Долго.

— И?

— И ничего путного не придумал. А ты как считаешь?

— Ну... наверное, это такие светлячки. Только они на небе.

— А почему же они тогда не двигаются? — смеется Ренар.

— Потому, что они далеко.

— А почему же мы их видим?

— Потому, что... потому, что они очень большие. Вот почему.

Ренар удивленно смотрит на Тони. И уже не смеется.

— Тони, я тебе совсем немножко соврал. Я знаю, что такое звезды. Они такие же большие, как та земля, на которой ты сидишь. А от нас до них — миллионы миль.

— И там кто-то живет?

— Наверное. Я там не был... Кстати, вон твоя мама. Нам пора...

Он развел огонь невдалеке от машины. Сухие колючки великолепно горели. Тысячу раз он слышал, что ночью в пустыне очень холодно, но по-настоящему поверил в это только сейчас. И ему даже понравилось, что он здесь застрял: где еще увидеть такое огромное чистое небо? В городе его заслоняют дома, и разные неотложные дела, и женщины — и только здесь, абсолютно не опасаясь, что люди будут думать, можно лечь и смотреть. Наедине.

30 декабря 1944 года. Еще не утро, но уже не ночь. Я жив, только и всего.

И все-таки, почему она заглохла? Машина новая, можно сказать, с иголочки. Крутить бочки, вязать мертвые петли Тони не стал: он и птичка Мари еще как следует не подружались. Может быть, все дело в системе зажигания? Вряд ли: утром повисшие лопасти еще пытались двигаться. А сдохшая система зажигания не способна сдвинуть их даже на дюйм. Значит, что-то не так с двигателем. О, это может быть все, что угодно: карбюратор, который полон масла, потому что залили не то топливо; свечи, которые вышли из строя; треснувший картер; цепь, разорванная пополам и застрявшая между шестернями, и на полном ходу они могут просто расколоться...

Перестань, сказал он себе. Наступит утро, ты раскидаешь железку и все увидишь. Ты попытаешься связаться с кем-нибудь по радио, которое специально ради этого случая выйдет из строя. Но сначала ты возьмешь в руки секстант и с точностью до минуты выяснишь, в какой именно точке Сахары тебя угораздило сесть...

Интересно, кто это придумал — собрать так много людей на одной планете? Если такой придумщик и был, то здесь он явно ошибся: каждому человеку нужна отдельная планета. Звезд полным-полно, и все они бесконечно далеки друг от друга, почти так же, как люди.

Интересно, а что может испытывать человек, который оказался один-одинешенек на планете? Или так: пусть на несколько мгновений каждый человек, живущий на планете Земля, окажется один на любой из этих, что над головой. Тлеющих карликов в расчет не брать, светила вроде Солнца — тоже... Конечно, эти люди испытают всю сладость и безысходную горечь одиночества. И сильно обрадуются, когда вновь обнаружат себя дома. Возможно, некоторые из них научатся ценить все, что угодно. Вплоть до земли, по которой ходят.

— Посмотри, кто у нас теперь есть! — улыбается Ренар.

Рыжий комочек подозрительно принюхивается к Тони. То ли руки старика такие огромные, то ли зверек слишком маленький, но он в них помещается.

— Откуда?!

— Глупые люди разорили лисью нору. Он один остался. — Ренар нахмурился. — Будет у меня, пока не окрепнет настолько, чтобы жить в лесу.

— Чтобы потом пришли другие глупые люди?

— Не знаю. — Старик пожимает плечами. — По крайней мере, его место в лесу, и ничего ты с этим не поделаешь.

Тони удивленно смотрит на то, как Ренар кормит лисенка молоком из пипетки, и никак не может понять одного.

— Скажи, а для чего их убивать?

— Кто-то говорит, что они шастают по курятникам, другие — что влезают в амбары. В этом есть смысл, но, понимаешь, их шкурки стоят очень дорого. Эти шкурки очень любят надевать на шею и показывать остальным — на зависть.

— И это все? — еще больше удивляется Тони.

— И это все, — грустно улыбается старик. — Посмотри, он же просто чудо! Почти уснул, а у меня дело есть, пусть пока вздремнет у тебя на коленях.

Маленький лис сладко посапывает, и Тони кажется, что тот мурлыкает, но это только кажется. Странно, лис его ничуть не боится. Мальчик задумался: а каким образом Ренару все-таки удалось выручить этого маленького рыжего?

3

Один, два, три, четыре, пять... Всего сто шагов от холма до холма. Даже если положить, что шаг Тони равен пяти футам, — птичке Мари для разбега нужна тысяча, и это при хорошем ветре. А здесь в два раза меньше... Он представил, как это будет выглядеть. Все очень просто: машина врежется в одну из этих песчаных горок, в лучшем случае — зацепит верхушку одной из этих песчаных горок. Выбирайте, господа вараны: Тони жареный, Тони под бензиновым соусом, Тони сушеный с песком...

Тебе не кажется, что плоских шуток в голове помещается не-много больше, чем смешных?

Как раз подходило время обеда. Вернее, время поедания первой половинки первого бутерброда. В тени крыла, которая здесь все равно не имела смысла, на брезенте ле-



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

жало несколько деталей. Тони долго разбирал и собирал их в надежде найти хоть какой-нибудь изъян. Ничего подобного. Бензонасос откровенно идеален, все контакты и емкости — до умопомрачения чистенькие. Даже карбюратор выглядит вполне исправным: там нет той отвратительно-черной масляной жижи, которая мешает газовать. Двигатель птички Мари конечно же предстояло перебрать тоже: уж если ты думаешь, что все исправно, значит, ты должен найти еще что-нибудь, что наверняка отказывает. Таковым было это сердцеподобное создание.

Господи Боже, ну почему это случилось именно здесь и именно со мной? Как я буду снимать эту стальную болванку, а даже если я ее сниму, то каким образом я поставлю ее обратно?

С тех пор как он познакомился с Мари (нет, не с той, которая птичка, а с той, в чью честь), Тони начал питаться исключительно в ресторанах. Разумеется, за свой счет. В последнее время все друзья, знакомые, а также знакомые друзей стали считать его гурманом. Гурманом! — и он рассмеялся: если бы хоть один из них видел, с какой жадностью он сейчас вгрызается в эту половинку! Разрази их гром — он даже забыл помыть руки!.. Крошки падали на брезент — он подбирал эти крошки. Серебристый цилиндр термоса жег глаза, но открывать его Тони не стал. Потому что за первой кружкой незамедлительно последует другая, а ведь машина до сих пор в коме...

— Внимание. Говорит борт двадцать два. Меня кто-нибудь слышит? Прием.

Тихий шелест помех в эфире. Неплохо для начала, можно попробовать и другие частоты.

— Внимание. Говорит борт двадцать два. Меня кто-нибудь слышит? Прием.

Неожиданно кабину разорвал военный марш. Мрачный импотент писклявым голосом выкрикивал непонятные лозунги, а толпа вторила ему. Тони опять разобрало.

— Вот так всегда, мой милый Дольфи. Ты должен умереть, но тебя слышат все. Я хочу жить — и меня никто не слышит!

Тони ударил по приборной панели. Разбилось стекло тахометра.

Радио тут же смолкло, и любая попытка вернуть его к жизни терпела неудачу. Тони резал пальцы осколками стекла, бил ни в чем не повинный фонарь кабины, орал во всю глотку — и это тот самый невозмутимый пилот по имени Тони, которому смотрят вслед все женщины, потому что ему подвластно небо. Потому что он смотрит прямо в глаза — честно, открыто и без тени стеснения. Потому что его пулеметы вспороли брюхо не одному «фоккеру». А сейчас он один на один с собой. Нет друзей, которые всегда хлопают тебя по плечу: мол, старик, не переживай, все будет а-ля Версаль — подумай, сегодня не заводится, завтра будет все по-другому! Нет и врагов, которые ненавидят и завидуют, пытаясь раздробить тебя на щепы и дюраль. Есть только

Сахара — пустая и бездушная, ледяная и раскаленная, есть звезды — те самые, которые когда-то ты видел в каштанах, такие же бесконечно далекие. Она, пустыня, тебе не друг, и ты ей не враг, просто так получилось, вот и все.

Тони вытер слезы. Когда один — можно все. Время перевязывать раны. Время просить прощения у птички Мари, чей тахометр ты только что раздолбал.

Внезапно включилось радио. Сквозь треск помех отчетливо прослушивался голос, который никак не мог принадлежать мрачному импотенту. Голос был спокоен и тих. Но разобрать, о чем речь, никак не удавалось.

— Все будет хорошо, — вдруг услышал Тони напоследок, и тут же помехи вновь перекрыли эфир.

31 декабря 1944 года, день. Я тебе верю.

Внезапно вокруг потемнело и все наполнилось ветром и пылью. При малейшей попытке высунуться из кабины, рот и глаза забивал песок. Тони понимал, что внизу, прямо под крылом, на брезенте, лежат очень важные детали его любимой птички. И что любой достаточно сильный порыв ветра может перевернуть моноплан как игрушку. И вообще, было бы неплохо воспользоваться колышками и веревкой. Однако он захопнул фонарь и сидел в кабине, тупо уставившись на приборы. На коленях лежала записная книжка. Отчаянно хотелось спать: то ли из-за резкой перемены погоды, то ли из-за порезов на пальцах, то есть потери крови и жажды, жажды...

Летний день, огромное, залитое зеленью поле. Тони, раскрыв рот, наблюдает, как огромная птица под названием «триплан» заходит на посадку. Конечно, он видел ее фотографии в газетах, видел и бравого усатого пилота, но чтобы вот так запросто — в первый раз в жизни и тем более в такую рань?

Нет, конечно, городок изредка навещали авиаторы, но обычно это сопровождалось оркестрами, шумом-гамом, жандармами, и люди на поле стояли друг у друга буквально на головах, лишь бы одним глазком глянуть на чудо-машину.

Тони точно знает: появление самолета всегда сопровождается шумом работающего двигателя. Однако сейчас на удивление тихо — пропеллер мрачно висит в ожидании посадки.

Минута — и триплан уже на земле. Ноги сами несут Тони вслед машине. Она великолепная: серо-серебристая в утренних лучах. Выходит, в этот проклятый городок, где матери возвращаются под утро, а лучшие друзья умирают, все-таки иногда заглядывает чудо. Тони всегда мечтал увидеть того, кто держит штурвал, и просто пожать ему руку. Такие люди должны быть.

Полукруглая дверца распахивается, и человек срывает с головы летный шлем. Всклокоченная шевелюра, широко распахнутые глаза: о да, разумеется, он боялся, пока заходил на посадку. Но уже через пару секунд лицо пилота расплывается в спокойной улыбке. Будто это вовсе не он сейчас чуть не рухнул вниз.

— Еще немного, и туда влетит муха!

— Хорошо, что здесь нет военного оркестра, — парирует Тони.

— Что верно, то верно. Знаешь, не люблю я эти оркестры. Постоянно фальшивят, да и сесть почти нигде: того и гляди, воткнешься в какой-нибудь тамтам. Кстати, в вашем городке есть кто-нибудь, кто продает бензин?

— Есть.

— Э... кстати, как тебя зовут?

— Тони.

Сильная, шершавая ладонь крепко сжимает руку подростка.

— Бенсон. Бо Бенсон — для друзей просто Бо. Ты не мог бы проводить меня?

— Конечно. А как же самолет?

— А куда он денется? — смеется Бо.

— Верно... Скажите, мсье Бенсон, вы... очень сильно испугались, когда у вас заглох мотор?

— Честно? Только никому не говори, ладно, Тони? Я думал, что это утро для меня будет последним.

Страшно хотелось пить. Непонятно, сколько времени он просидел в кабине и как потом оказался на песке.

Птичка Мари стояла рядом, будто песчаная буря ее и не коснулась. По крайней мере, так кажется в темноте. Но в горле медленно нарастал ком: брезента с теми самыми важными штуками на месте не оказалось. На зубах хрустит пустыня. И похоже, где-то придется искать воду, а заодно и что-нибудь, во что эту воду наливать.

— Ты правда веришь, что твое желаемое и есть действительное?

— Скорее нет, чем да.

— Как ты думаешь: у тебя есть шанс оторваться без карбюратора и свечей?

— Вообще-то на моей практике...

— Обойдемся без теорий. Ты как предпочитаешь умереть: медленно или?..

— Предпочитаю жить. А что?

— Да нет, ничего. Это я так, просто так.

Перочинный ножик от «Кюблер». В палец длиной, в два толщину. Миниатюрный штопор — это, само собой, для вина (ах да, мы забыли коньяк!). Пилочка для ногтей — одна из самых нужных вещей в пустыне, наверное. Щипчики — естественно, отполированные ногти должны быть ровными, а как же без этого? Консервный нож, он же для открывания бутылок пива. Лезвия — маленькое и чуть побольше: одним можно резать хлеб, другим намазывать на него паштет. Печеночный.

— Восхитительный клинок, не правда ли? Смотри, какой острый!

— Нет, погоди, не торопи события, ладно? У меня осталась целая сигарета. И еще немного спичек. Могу я хоть...

— Безусловно, можешь. Только быстрее, хорошо?

— Успокойся. Куда я денусь? Правда, у коробочки слегка потерлись бока во время последнего наводнения. И сера...

— У тебя какое-то невнятное чувство юмора. Впрочем, о плоских шутках мы, кажется, уже говорили?

— Слушай, оставь меня в покое до тех пор, пока я не добыю свой «Житан» без фильтра, договорились? Я твой, твой, но только после того, как...

Спички ломались одна за другой. Конечно, Тони мог бы воспользоваться углями (которые, кстати, тоже были неожиданностью). Но ему нравилось именно чиркать. Звук получался каким-то приглушенным. И когда он совсем уж решил бросить эту затею, то услышал этот звук снова. Как будто кто-то сидел рядом и чиркал.

— Кто здесь?

Спичка вспыхнула, и неровный свет выхватил треугольную мордочку. А ее обладатель сидел как ни в чем не бывало и молотил задней лапкой за ухом.

— Разве лисы живут в пустыне?

В ответ — фырк. Очень недовольный фырк! Как будто люди живут в пустыне. То есть, конечно, живут, но тогда чему удивляться?

— А ты тот самый?

Вместо ответа лис забрался Тони на колени и свернулся клубком, как когда-то.

Ты успел повзрослеть, но не настолько. Да, когда ты вдруг оказываешься один, когда вокруг нет ни души и неожиданно к тебе приходит твой старый друг, то уже безразлично, что с твоим самолетом.

— А знаешь, с тех пор много воды утекло. Я научился летать. Этого не передать словами — нужно просто быть в

кабине. Впрочем, иногда слова находятся, и я их записываю. А иногда рисую. Хотя и не умею. Слушай, я так рад, что ты здесь, маленький лис!

— Может, он слушал, а может, и нет — кто знает?

— Я помню, я все помню. Жаль только, что Ренара уже нет... Вот понять бы, как ты здесь очутился? Ладно, не хочешь говорить — не надо, я сам попробую угадать. Или и этого не надо, а то вдруг окажется, что ты мне снишься?..

С самого начала он был уверен, что все это бред. Нет никакого лиса. Нет никакого радио. Есть только страх, жара, жажда и самолет. И больная голова. Но рыжая кисточка маячила перед глазами, пока он передвигал свое брэнное тело по песку. Одно время казалось, что лис хочет удрать, но, когда Тони останавливался, чтобы передохнуть, зверек терпеливо ждал.

Он шел много часов подряд, и нельзя сказать, что это была самая приятная прогулка в его жизни. Потрескавшиеся губы, волдыри на ногах, мутная пелена перед глазами. Что ж, рано или поздно это должно было случиться, но лучше быть жертвой, которая сопротивляется, чем просто жертвой... Лис двигался на удивление прямо, как будто точно знал, куда идет и зачем. Жаль, что он не мог разговаривать.

В общем, Тони не удивился, когда увидел свое отражение в колодце. Он уже ничему не удивлялся. Источник сильно напоминал ему тот, что когда-то был на окраине его городка: черный камень, серебристое ведро, алмазная вода... Так вот, оказывается, для чего рыжий привел его сюда. Впрочем, это естественно: если лис появился в пустыне, значит, он знает, где вода. Будь у Тони друг, который угодил бы в подобный переплет, не сомневайтесь, он, Тони, поступил бы точно так же.

— Кстати, как насчет того, чтобы... Эй, а ты где?

Молчаливая игра воды под солнцем. Пустота от горизонта до горизонта. И следы на песке: одни побольше, другие поменьше.

— Я только хотел предложить тебе попить вместе со мной. Зря ты так. — Тони наклонился к ведру и сделал первый глоток. — За тебя, маленький друг! Ради такой встречи можно заглухнуть даже на Южном полюсе... хотя нет, не надо. Главное, что ты меня понял...

Он бывал во многих ресторанах. Разные знакомые из числа процветающих приглашали его в элитарные винные погреба. Но по сравнению с этой водой самые дорогие вина теперь казались сущей кислятиной.

Идти обратно не было сил...

4

— Отлично! — Бо Бенсон легким движением закручивает крышку бака. — Теперь осталась самая малость.

— Это какая же?

— Х-м... предположим, у тебя есть твой собственный самолет и у него полон бак. Погода отличная, а на земле скучновато. Что будешь делать, Тони?

— Летать?

— Точно. Но один ты не справишься. Так что полезай за штурвал.

Ветер, дыхание и трава на мгновение замирают. За штурвал?

— За штурвал?

— Пока я не передумал.

Перед глазами три непонятные штуки, похожие на часы. Но это точно не часы.

— Ол'райт, мистер Тони. Видишь эту ручку? Она называется контактом. Потяни ее на себя. Смелее, она тебя не съест. Так. Теперь чуть левее. Это дроссель. Потянешь его



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

на себя, когда я крикну «газ». Не раньше. Все понял?

— Надеюсь, мсье.

— Это немного не то слово.

— Потянуть дроссель на себя, когда вы крикнете «газ». В момент, когда вы начнете раскачивать пропеллер, так ведь, мсье Бенсон?

— А ты сообразительный. Ну все. Готов?

— Да.

И Тони остается один на один с машиной.

— Контакт. Тони, я сказал — контакт!

На себя. Что-то вздраг...

— Газ!

Рычаг. Тони слышит, как двигатель несколько раз всхлипывает, но... это все.

— Ничего, все в порядке. Теперь контакт от себя. Дроссель от себя. Придется подождать...

Даже воздушные змеи поднимаются не сразу, а здесь — целый триплан. Две минуты, сто двадцать секунд, целая вечность и одно мгновение, чтобы сделать...

— Контакт!

И снова на себя. Уж в этот раз...

— Газ!

Магнето. Ничего особенного — просто катушка с медной проволокой и кусок стали. Там рождается электричество, оно бежит по проводам и дает искру свече. Взрывается бензин, и железное сердце начинает свой бег. Машину трясет, в лицо бьет ветер, немного масла на козырьке кабины, а рука держит дроссель в одном положении, потому что немного сильнее — и человек у пропеллера рискует попасть в мясорубку. Но все хорошо, Бо Бенсон улыбается, потом жмет руку, поздравляет.

— По-моему, ты будешь лучшим из лучших! — кричит он сквозь рев. — У меня это получилось с двадцатой попытки! Полетели?

— Да, мсье.

— Черт возьми — Бо, зови меня просто Бо!

Земля уходит из-под шасси, и ферма становится похожей на спичечный коробок, а виноградники — на лоскутные одеяла. Очень холодно, но разве это имеет значение?

Десять тысяч футов ветра под килем, давление в норме, температура отличная. Желтое море под ногами, голубой океан над головой. И не важно — как. Может, это было, потому что разбито стекло тахометра, а может, и не было, потому что не может машина летать без карбюратора. Никак. Кому-нибудь рассказать — не поверят, разве что бортмеханик. Длинна разбега — пятьсот футов, а должна быть в два раза больше. Во имя лиса — для чего забивать голову лишними вопросами? Все было как было, и ничего тут не поделаешь. Ничего-го.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Компьютерный зрительный синдром

Проблемы со зрением из-за компьютера возникают не только у взрослых. Исследования американских ученых показали, что каждому третьему ребенку из 37 млн. детей в США, пользующихся компьютером дома или в школе, могут понадобиться специальные приспособления, снижающие риск ухудшения зрения. Результаты работы, проведенной под руководством П.Хенига в Калифорнийском университете, свидетельствуют о зависимости между развитием у детей ранней близорукости и длительным сидением за компьютером.

По словам доктора Хенига, более 70% взрослых, которые имеют дело с компьютером, страдают от состояния, называемого «компьютерным зрительным синдромом» (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 27 марта 2002 г.). Он вызван тем, что глаза часами прикованы к компьютерному изображению, состоящему из пикселей — точек на экране. Этот же синдром возникает и у детей, многие из которых начали пользоваться компьютером раньше, чем научились читать.

Доктор Хениг и еще восемь специалистов обследовали 253 ребенка в возрасте от шести до десяти лет. Ученые оценивали длительность и частоту использования компьютера и связь этих показателей со способностью детей фокусировать взгляд, определяли, насколько хорошо дети различают детали и форму предметов, то есть насколько развито бинокулярное зрение — умение совмещать изображения от двух глаз в одно, чтобы получить объемную картинку. Были проведены и тесты на рефракцию, чтобы определить, какие очки нужны ребенку.

Некоторые особенности общения детей с компьютером могут усилить их восприимчивость к развитию компьютерного зрительного синдрома (КЗС). У них пониженная степень самосознания (так, они могут не осознавать уровень своей усталости и, соответственно, необходимости паузы в работе). Они способны выполнять задание на компьютере часами, почти без перерывов. Такая длительная однообразная деятельность может привести к напряжению глаз и проблемам с фокусировкой. Первые признаки КЗС проявляются в виде головных болей, неприятных ощущений в глазах, расплывчатости изображения. Но дети быстро адаптируются. Они, как правило, не обращают внимания на неприятные симптомы, беспокоящие взрослых. И наконец, дети — маленького роста, а обычные компьютерные столы рассчитаны на больших пользователей, что приводит к неудобному углу зрения. На экран следует смотреть слегка вниз, под углом примерно в 15 градусов, с расстояния в 90 см.

Поскольку 80% информации дети получают через зрение, американские специалисты рекомендуют проводить его полное обследование у офтальмолога до того, как ребенок пойдет в начальную школу. Это позволит выявить проблемы, незаметные при рутинной проверке.

Е.Лозовская

Пишут, что...



...в Англии построили модель двойной спирали ДНК длиной в десять метров и установили ее вертикально в лондонском торговом центре во время недели британской науки («Science», 2002, т.295, с.2209)...

...количество устойчивых конформаций, которые может принимать полипептидная цепь, не зависит от длины цепи и примерно равно натуральному логарифму от числа различных аминокислот в ней («Physics World», 2002, № 3, с.26)...

...суммарная энергия ежегодных землетрясений составляет 0,02% от точного поступления на нашу планету солнечной энергии («Геодезия и картография», 2002, № 1, с.21)...

...на самом мощном в мире суперкомпьютере ASCI White в Национальной лаборатории им. Лоуренса (США) смоделирован ядерный взрыв, что потребовало 39 суток вычислений («Nature», 2002, т.416, с.116)...

...после 1945 года в мире было произведено 128 тысяч ядерных боеголовок, из них в США — 70 тысяч, а в СССР (России) — 55 тысяч («Исследование Земли из космоса», 2002, № 2, с.13)...

...по данным Пентагона, шестнадцать государств в мире обладают химическим оружием, тринадцать — биологическим («Ядерный контроль», 2002, № 2, с.4)...

...к настоящему времени человечество накопило богатства на сумму свыше 550 трлн. долларов, или по 90 тыс. долларов на каждого жителя Земли («Вопросы экономики», 2002, № 3, с.58)...

...большинство приматологов считает, что лингвистические способности человекообразных обезьян соответствуют таковым у двух-трехлетних детей («Вопросы языкознания», 2002, № 2, с.49)...

...среди химиков СССР, видимо, самое большое единовременное вознаграждение — 25 000 рублей было вручено С.В.Лебедеву (1874—1834) за разработку метода получения синтетического каучука («Вопросы истории естествознания и техники», 2002, № 1, с.177)...



...около 70% морского шельфа России перспективно с точки зрения поиска там нефти и газа («Нефть России», 2002, № 3, с.35)...

...в настоящее время известно более трехсот соединений с антимуtagenным действием — растительного и животного происхождения, а также искусственно синтезированных («Прикладная биохимия и микробиология», 2002, № 2, с.115)...

...частота заболеваемости раком желудка в России составляет 33,2 случая на 100 тыс. населения в год, что в 3,3 раза больше, чем в США («Терапевтический архив», 2002, № 2, с.5)...

...здоровье населения определяется состоянием здравоохранения и медицинской помощи на 8—14%, условиями и образом жизни на 48—50%, окружающей средой на 20—22%, генетическими факторами на 18—20% («Журнал неврологии и психиатрии», 2002, № 2, с.7)...

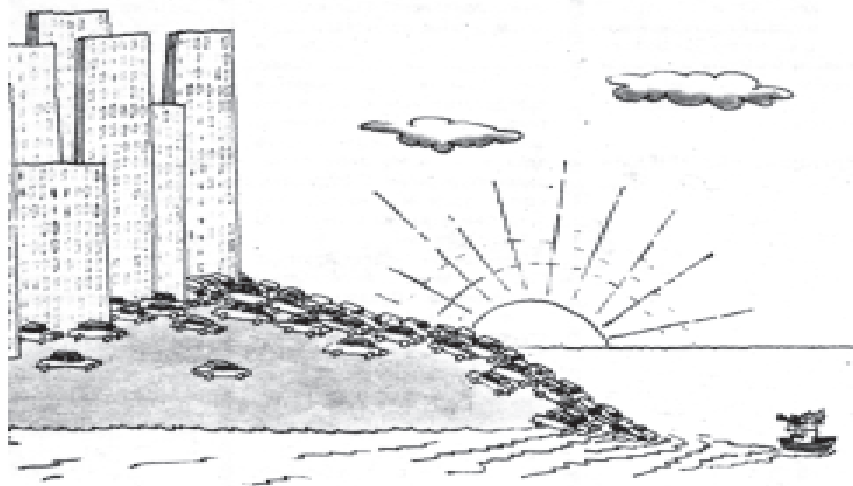
...сейчас на Земле живет почти 600 млн. человек старше 60 лет, а в 2050 году, по прогнозам, их станет 2 млрд., что составит 22% всего населения («Вестник РАМН», 2002, № 3, с.54)...

...находящиеся в плазме одноименно заряженные пылинки из-за коллективных эффектов могут притягиваться друг к другу («Физика плазмы», 2002, № 3, с.195)...

...образующие жидкий кристалл банановидные молекулы благодаря изогнутой форме располагаются так, что их выпуклости ориентированы одинаково («Журнал экспериментальной и теоретической физики», 2002, № 3, с.739)...

...в состав живых организмов входят 22 химических элемента, но на 95% они состоят всего из четырех — водорода, углерода, азота и кислорода («Биохимия», 2002, № 3, с.357)...

...не исключено, что обозреваемая Вселенная есть фрагмент кристаллической структуры из пространства Лобачевского («Успехи физических наук», 2002, № 2, с.232)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Темп и скорость

Темп музыки, которую водитель слушает в пути, влияет на характер вождения.

Уоррен Бродский из университета Бен-Гуриона (Израиль) обследовал 28 студентов с более чем семилетним стажем вождения. Им было предложено совершить виртуальную поездку по улицам Чикаго под самую разную музыку — от спокойных баллад до быстрых танцевальных мелодий или в полной тишине. Темп менялся от 60 до 120 и более тактов в минуту. Любая пьеса звучала достаточно громко (для усиления эффекта воздействия).

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что по мере увеличения темпа музыки вождение становится все более рискованным: машина чаще проскакивает на красный свет, чаще случаются дорожные происшествия. При прослушивании «быстрой» музыки вероятность подобных инцидентов почти в два раза больше, чем при полной тишине или езде под «среднюю» и «медленную» музыку.

Бродский наблюдал и за сердечным ритмом испытуемых. У водителей-меломанов практически не было замечено его значительных колебаний в экстремальных ситуациях. Следовательно, считает автор исследования, они более расseyаны и не реагируют на опасность.

По его мнению, результаты, полученные во время виртуальных поездок, могут не полностью соответствовать реальным. Но к ним надо относиться серьезно. Ранее аварийность связывали лишь с громкостью музыки, которую водитель слушает в дороге. На темп внимание обратили впервые. Бродский и сам попробовал ездить под некоторые мелодии, используемые во время эксперимента. «Иногда я с трудом мог себя контролировать. Было трудно заставить себя снять ногу с педали газа. Теперь я гораздо осторожнее в выборе музыки», — сказал он (по общению агентства «New Scientist» от 13 марта 2002 г.).

При этом автор эксперимента признает, что работа, проведенная в Израиле, охватывает слишком узкий круг водителей и необходимо более широкое исследование. Роджер Винсент из Королевского общества по предотвращению аварий отмечает, что влияние образа жизни человека на стиль его вождения вообще мало изучено.

Е.Сутоцкая



Г.А.АНИСИМОВУ, Москва: *Самостоятельно определить кислотность почвы несложно для человека, знакомого с основами экспериментальной химии, но в двух словах об этом не расскажешь; подробное описание методики можно найти в учебнике для агрохимиков (например, в «Практикуме по агрохимии» издательства МГУ, 1989).*

О.В.СУЧИЛИНОЙ, Новосибирск: *Все слова, которые начинаются с корня флюор (лат. течение, поток), более принято писать через букву «ю» — флюоресценция, флюорография, — но через «у» тоже можно.*

Л.Н.МУХИНУ, Москва: *Ондатра, завезенная из Америки в 20-е годы прошлого века, действительно водится кое-где в московских прудах, но вот ондатра и водяная крыса — не одно и то же, это звери из разных родов семейства полевок; водяная крыса, хотя и живет у воды, плавать не любит и похожа на серую крысу, но с более коротким хвостом и ушами.*

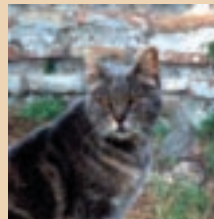
О.П.ГОЛУБЕВУ, Санкт-Петербург: *Нам тоже кажется, что на фотографии в газете «Известия» от 7 июня 2002 года изображена не генетически модифицированная мушка-дрозофила, а какое-то другое насекомое, возможно, слепень; хотя кто знает, может быть, те, кого мы называем слепнями, — на самом деле дрозиды-монстры?*

Л.В.КАРПОВУ, Москва: *Копалы, из которых делают высококачественные масляные лаки, — это смолы ископаемых растений.*

М.Н.НИКИТИНОЙ, Томск: *Состав препарата «Антигадин», который «разубеждает» кошек пометать облюбованное место, нам неизвестен, но в Канаде в 70-х был запатентован препарат подобного действия, содержащий метилноилкетон $\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_2)_8\text{COCH}_3$; некоторые источники называют природные аналоги «Антигадина» — это лимонная корка, стебли и листья руты, *Ruta graveolens*, свежей или высушенной и ошпаренной кипятком (руту можно найти, например, в Крыму); а вообще-то наиболее надежны физические, а не химические методы — например, установка на спорной территории комода или массивной коробки.*

С.Т., Екатеринбург: *Ни в коем случае не надо пытаться получить тринитропроизводное фенола в условиях школьного практикума; непонятно, на какой еще ответ вы рассчитывали!*

Самый первый подопытный зверь



Кошки — это четвероногие млекопитающие, покрытые мехом. Кошек, диких или домашних, можно встретить во всех областях земного шара, за исключением полярной зоны. Они едят мышей, рыбу, печеньку и птиц и издадут либо мурлыканье, либо мяуканье, в зависимости от настроения. Кошки бродят сами по себе, и, согласно народному поверью, у кошки девять жизней. Дальнейшую информацию о кошках смотри на странице второй, том седьмой, полка Д в шкафу номер пять, как войдешь — налево.

П. Трэверс. Мэри Поппинс возвращается

В Древнем Египте, в городе Бубастисе, стоял храм Баст — богини Луны, плодovitости, деторождения, радости и веселья. Богиню изображали с кошачьей головой, а при храме бальзамировали и хоронили умерших кошек. Возможно, храм богини Баст был не только центром кошачьего культа, но и одной из первых научной лабораторий — за века через руки жрецов прошли сотни тысяч усопших животных, на которых можно было совершенствовать методику бальзамирования.

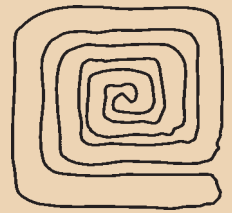
Шли годы, наступило мрачное средневековье — не лучшее время для европейской науки, да и для кошек тоже. В XIII веке католическая церковь объявила их дьявольскими животными и несколько столетий изводила, как могла. Держать дома кошку, особенно черную, было смертельно опасно, и Западная Европа заметно ими оскудела. Так, сама того не ведая, инквизиция поставила крупномасштабный экологический эксперимент под названием «Что будет, если не будет кошек?». О полчищах крыс, наводнивших города, и воследовавших затем чудовищных эпидемиях чумы Европа помнит до сих пор.

Только в XIX веке коты стали сознательно использовать в научных экспериментах. К тому времени физиология уже свободно развивается и от вопроса: «А как у человека устроено это?» переходит к проблеме: «А как это устроено вообще?» Исследования проводят на самых обыкновенных, легко доступных животных. А кошка уже не редкость, не священный зверь и не исчадие ада, потому и вошла в пятерку самых распространенных лабораторных животных, вместе с лягушками, крысами, кроликами и собаками. Кошки, как известно, рождаются скоро: беременность у них продолжается 56—67 дней. Им не нужны ежесекундные прогулки и отдельные клетки, достаточно теплого помещения в виварии, а ест она гораздо меньше знаменитых собак. Так что физиологи славно поупражнялись на богине Луны, радости и веселья.

На ней изучали и изучают работу пищеварительной системы и пищевое поведение, физиологию дыхания и движения, обмен веществ и деятельность желез внутренней секреции; короче говоря — ни один раздел физиологии без кошек не обошелся. Ученые знают теперь, что кошачье молоко калорийнее человеческого, возбуждение по ее двигательному нерву распространяется со скоростью 120 м/с, что в четыре раза быстрее, чем у



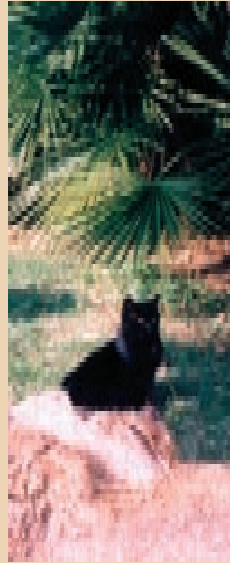
Они не работают на науку, а гуляют сами по себе: в Барселоне (вверху, черная) и в Риме (внизу, серая)



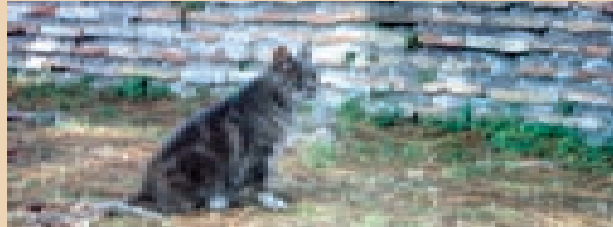
ЖЕРТВА НАУКИ

(см. «Химию и жизнь» 1979, №4; 1989, №4). Беспризорных животных по дворам много, их раскраска хорошо заметна, гены, ее определяющие, известны. А где популяционная генетика, там и география, а какая же география без истории!

Вот, например, прошерстили недавно латиноамериканские генетики кошек на своем континенте и обнаружили удивительный факт: животные из Колумбии и Венесуэлы существенно различаются по распределению генов окраски и длины шерсти. И это несмотря на исторические связи между двумя странами во время и после испанской колонизации: когда-то Колумбия и Венесуэла входили в одно государство, Большую Колумбию, но ее экономическая и политическая си-



лягушки, а мурлыкает она, используя мышцы гортани и диафрагмы. На кошках выполнено большинство работ по физиологии сна, потому что эти животные две трети своей жизни спят. Но особое внимание исследователи уделили кошачьим органам чувств.



У котиков очень широкое поле зрения, больше 200 градусов, в темноте они довольствуются освещением, в 25 раз более слабым, чем человек, а при полном отсутствии света прекрасно ориентируются на слух и на осязание благодаря специальным органам осязания — вибриссам (в просторечии усам). Большинство нейробиологов полагает, что эти приспособления созданы не для ночной охоты на мышей, а специально для того, чтобы им, нейробиологам, было удобнее изучать активность соответствующих структур мозга. Для этого в мозг вживляют биологически инертные электроды, которые позволяют наблюдать потенциалы коры и подкорковых структур в естественных для животного условиях. О том, как выглядят подобные опыты, дает представление небольшая цитата из книги нейробиолога Р.Сперри: «В некоторых работах, проведенных в нашей лаборатории, мы буквально изрешетили зрительную и соседнюю с ней области коры мозга кошки с помощью иголок и булавок из танталовой проволоки. Мы втыкали в ткань коры дюжины иголок, пока она не стала похожа на густо истыканную подушечку для булавок и пока наше терпение не истощилось».

Любой физиологический эксперимент заканчивается смертью животного. Даже если оно переживает один опыт, для второго уже не годится, а пенсионерам жертвам эксперимента не положен. Выкидывать отработанных животных на улицу нельзя, поэтому их просто уничтожают за ненужностью. Не забудем и о котиках, павших в процессе обучения студентов. Ежегодно в лабораториях гибнут десятки миллионов кошек. Но в мире их около полумиллиарда, всех на опыты не сдашь.

Впрочем, изучать кошек можно и на воле, без членовредительства. Возможно, раньше всех это поняли этологи. Один из основателей этой науки, крупнейший специалист по поведению животных, лауреат Нобелевской премии Конрад Лоренц много времени посвятил изучению кошачьих повадок и того «языка», на котором они общаются между собой, а также с другими животными и человеком.

От симпатии людей к этим удивительным существам берет начало их интерес к кошачьей раскраске. Не случайно кошка стала объектом генетических исследований, и сегодня ее частная генетика очень неплохо изучена. Отсюда всего один шаг до генетики популяционной

стемы оказались неустойчивыми. Очевидно, исследование кошачьей окраски должно интересовать не только котководов и популяционных генетиков, но также историков и политиков. Вдруг по расцветке кошачьей шкуры удастся делать прогнозы международных отношений! В этой связи было бы любопытно сравнить распределение генов окраски у котиков Москвы, Киева и Севастополя.

И непризорными, и домашними котами живо интересуются медики, причем не только как источником аллергии и рассадником инфекции. Общение с кошками снимает стрессы и вообще нормализует работу нервной системы. Развивается даже особое направление медицины — фелинотерапия, буквально «лечение кошкой».

Словом, чем дольше человек живет рядом с кошкой, тем больше о ней узнает, и это замечательно. Но все же приятно, что есть люди, для которых кошка не источник знаний, не статья дохода и даже не ловец мышей, а просто любимое существо.

**Кандидат биологических наук
Н.Резник**

ПАРАМАГНИТНЫЕ
ЧАСТИЦЫ

Dynabeads®

ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
КЛЕТОЧНЫХ
ПОПУЛЯЦИЙ

ИММУНОМАГНИТНАЯ СЕПАРАЦИЯ КЛЕТОК: ПОЛНЫЙ СПЕКТР ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Негативное и позитивное
выделение Т-, В-, НК-клеток
и моноцитов

Выделение CD34⁺
стволовых клеток

Системы снятия частиц/
антител с выделенных клеток

Чистота выделенных фракций
до 99% при выходе целевых
клеток >95%

Выделение клеточных популяций
из цельной крови, костного мозга,
других биологических жидкостей

Сохранение жизнеспособности и
функциональных свойств клеток

Выделение HLA-клеток для серологи-
ческого типирования (класс I и класс II)

Выделение миелоидных (CD15), эндо-
телиальных (CD31), пролиферирующих
(CD71) клеток

 **DYNAL**



ГРУППА КОМПАНИЙ

BCM
БИОХИММАК

ПОСТАВКИ, КОНСУЛЬТАЦИИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА, СЕРВИС

Группа компаний "БиоХимМак", 119899, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М. В. Ломоносова
Телефон: (095) 939-2421, 932-9214, 939-2364, 939-5808, 247-2763, 247-2741, Факс: (095) 939-0997
E-mail: info@biochemmack.ru