



XXI век



2002  
СНЗМЖ И РИМНИХ







8

Химия и жизнь—XXI век

2002

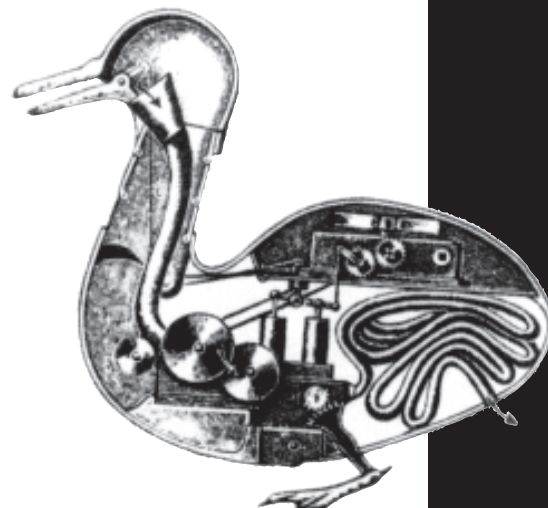
Ежемесячный  
научно-популярный  
журнал

*Нет такой избитой темы,  
которую нельзя было бы  
избить еще раз*  
*Академик А.Л.Бучаченко*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина  
к статье О.Крылова «Конец химии»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — работа  
художника XVII века Яна Стина «Чтец у окна».  
Интерес к новому растет независимо  
от идеологических, климатических и любых  
других условий. Особенно к новому в науке.  
Читайте об этом в статье «В Саудовскую  
Аравию не в качестве паломника»*





**СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:**  
**Компания «РОСПРОМ»**  
 М.Ю.Додонов  
**Московский Комитет образования**  
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин  
**Институт новых технологических образований**  
 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 25.07.2002  
 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.su:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html>;  
<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



18

Химия и жизнь — XXI век

Согласно прогнозам, одному килограмму рения, содержащегося в фумарольных газах вулкана Кудрявый, сопутствуют 32 кг индия, 22 кг висмута, 5,4 кг германия, 120 г золота, 80 г палладия...

Шведский ученый Элиас М.Фрис в 1829 году восклицал, что можно сойти с ума, описывая грибы, и что наука пала бы в изнеможении, если бы описала лишь те их виды, которые населяют листья. С тех пор специалисты обнаружили более 70 000 видов грибов, и каждый год к ним добавляется 1700 новых.

46



## ИНФОРМАУКА

ЧЕЛОВЕК ПОЗНАЕТ КОСМОС И СЕБЯ .....	4
ЖЕЛЕ ИЗ ТАРАКАНОВ? .....	4
НА ЛЕДЯНЫХ ПЛАНЕТАХ МОГУТ ЖИТЬ БАКТЕРИИ .....	5
НЕВИДИМАЯ КОРОНА ЛЭП .....	5
КОРАБЛЯМ НУЖНА ЧИСТАЯ ВОДА .....	6
ЧЕГО ТЕБЕ НАДОБНО, ЗОЛОТАЯ РЫБКА? .....	6
СЛАБОЕ ЗВЕНО РАКОВЫХ КЛЕТКИ — МИТОХОНДРИИ .....	7

## РАЗМЫШЛЕНИЯ

<b>О.В.Крылов</b> КОНЕЦ ХИМИИ? .....	8
---	---

## САМОЕ, САМОЕ В ХИМИИ

<b>И.Леенсон</b> ХИМИЧЕСКИЕ ПУБЛИКАЦИИ .....	12
---	----

## РАДОСТИ ЖИЗНИ

<b>В.А.Халецкий</b> ХИМИЯ И ДЕНЬГИ .....	14
---	----

## НАБЛЮДЕНИЯ

<b>О.Н.Мельникова</b> ВИХРИ В РОЗОВОМ ТУМАНЕ .....	16
---	----

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>В.А.Синегрибов</b> ДАРЫ ПРЕИСПОДНЕЙ .....	18
---	----

## ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

<b>В.Г.Майоров</b> ФОЛЬКЛОР ИСПЫТАТЕЛЕЙ .....	21
--	----

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

<b>П.МИХАЙЛОВ</b> ХРОМОСОМА X В ЧЕТЫРЕХ КРУГАХ НЕЗНАНИЯ .....	24
--	----

## ЗДОРОВЬЕ

<b>Е.В.Москалев</b> КАК КОЖА ЗАБОТИТСЯ ОБ ОРГАНИЗМЕ .....	28
--	----



**62**

Университет имени короля Сауда находится на окраине города, за ним – пустыня. Территория кампуса огромна, здания поражают размерами и великолепной архитектурой. Как и в любом кампусе, много студентов, но это особые студенты.

**РАСЧЕТЫ**

**С.Смирнов**  
НЕБЕСНЫЙ ЧЕЛОВЕК ..... 32

**ПОРТРЕТЫ**

**А.Горяшко**  
ДЕТСКИЕ И ВЗРОСЛЫЕ СКАЗКИ СЕМЬИ БИАНКИ ..... 34

**РАССЛЕДОВАНИЕ**

**А. Ханайченко**  
ТРАКТАТ О СОБСТВЕННОЙ СЫТОСТИ И БЛАГОПОЛУЧИИ ПОТОМСТВА ..... 42

**ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ**

**Л.В.Зверева, Ю.М.Яковлев**  
В МОРЕ ПО ГРИБЫ ..... 46

**Е.В.Орлов**  
ВОЗРОЖДАЮЩИЙСЯ ИЗ ИЛА ..... 48

**РАЗМЫШЛЕНИЯ**

**О.Р.АРНОЛЬД**  
КВАРТИРНЫЙ ВОПРОС ..... 51

**АРХИВ**

**Конрад Лоренц**  
ТАК НАЗЫВАЕМОЕ ЗЛО К ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ АГРЕССИИ ..... 54

**ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК**

**Ю.А.ЗОЛОТОВ**  
В САУДОВСКУЮ АРАВИЮ НЕ В КАЧЕСТВЕ ПАЛОМНИКА ..... 62

**ФАНТАСТИКА**

**М.Кликин**  
МУЖИК ..... 66  
ДРАКОН ..... 68

ИНФОРМАЦИЯ	7,21
АНКЕТА	13
НОВОСТИ НАУКИ	22
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	40

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
ПИШУТ, ЧТО...	70
ПЕРЕПИСКА	72

**72**

Человек считает своим прародителем некую абстрактную обезьяну. Если же рассматривать людей не как приматов, а как млекопитающих, роль предка переходит к одной не слишком привлекательной крысовидной зверюшке.

**В номере**

**8**

**РАЗМЫШЛЕНИЯ**

Количество публикаций по физике и химии продолжает расти, а число открытий уменьшается.

**14**

**РАДОСТИ ЖИЗНИ**

О банкнотах, на которых изображены ученые-химики и фрагменты структурных формул.

**24**

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ**

Из всех хромосом человека и животных хромосома Х — самая изученная. И поэтому круг нашего незнания о ней наиболее широк. Вернее, их несколько, этих кругов.

**28**

**ЗДОРОВЬЕ**

О том, как вещества воздействуют на нашу кожу и как она препятствует их вторжению в организм.

**34**

**ПОРТРЕТЫ**

Виталию Валентиновичу Бианки нравилось случайное созвучие итальянской фамилии с русской формой множественного числа. «Бианки никогда не бывают в единственном числе», – говорил он. И это всегда было верно для большой семьи.



## КОСМОС

### Человек познает космос и себя

*В Москве прошла XII Международная конференция «Космическая биология и авиакосмическая медицина» с участием 15 стран. Специалисты обсуждали всевозможные вопросы адаптации человека к невесомости, перегрузкам, ускорениям, перестройки его физиологических систем, влияние космических условий на рост и развитие животных, растений и микроорганизмов, новые технологии и многое другое.*

Космическая биология и медицина как наука родилась чуть более сорока лет тому назад. Первый выход человека в космос, по выражению академика О.Г.Газенко, был подобен передвижению на ощупь в темной комнате. Сейчас человек научился двигаться вперед уверенно и оставаться в безжизненном космическом пространстве все дольше и дольше благодаря достижениям медико-биологической науки. Космические полеты становятся более безопасными. Так, сравнение условий полетов на станции «Мир» и на МКС показало, что обитаемые отсеки на МКС лучше защищены оболочкой и оборудованием станции — можно ожидать, что теперь радиационное воздействие на космонавтов станет меньше.

Для врачебного наблюдения во время длительных космических полетов все больше будет использоваться телемедицина. Специалисты из Института медико-биологических проблем РАН и Учебно-исследовательского центра космической биомедицины испытали лабораторный макет отечественного Телемедицинского бортового комплекса (ТБК-1). В ходе испытания проведены видеоконференции по сети Интернет, телемедицинские сеансы в реальном времени между врачами-консультантами и испытателями. В будущем запланировано подключение телемедицинского оборудования к бортовому компьютеру МКС и отработка взаимодействия с Землей в реальных условиях.

Важнейшая задача биомедицинских исследований во время дли-

тельных космических полетов — подготовка к будущей пилотируемой экспедиции на Марс. По словам академика А.И.Григорьева, директора ИМБП РАН, отличие этой экспедиции от других — продолжительность и автономность, а значит, космонавты будут долгое время находиться в условиях невесомости и повышенной радиации и должны суметь сами оказать себе медицинскую помощь. Помимо квалифицированного врача, для этого необходим автоматизированный бортовой медицинский центр, умеющий ставить диагноз и оказывать лечение. Создание такого центра — задача для ученых на ближайшее будущее. О совершенствовании систем жизнеобеспечения космонавтов рассказал сотрудник ИМБП РАН Ю.Синяк. Нужно повысить эффективность регенерации воды и газовой среды, консервации отходов и, наконец, решить проблему гигиены в космосе — разработать душ, сауну и стиральную машину для условий невесомости.

Однако неудобные космические условия человек может использовать и с выгодой для себя. Оказывается, невесомость благоприятна для технологий получения ценных биопрепаратов, которые трудно или невозможно осуществить на Земле. Исследования, проведенные в Ракетно-космической корпорации «Энергия» (гор. Королев), в РАО «Биопрепарат» и в Институте медико-биологических проблем РАН, показали, что при микрогравитации лучше разделять смеси биологических веществ: удается получить в десять раз более чистый биологически активный продукт, чем на Земле, вырастить высококачественные кристаллы белков и других биополимеров. Невесомость открывает новые возможности для культивирования клеток, для получения новых штаммов микроорганизмов — производителей лекарственных препаратов.

Ученые из НИИ аэробиологии ГНЦ ВБ «Вектор» (Кольцово, Новосибирская область), Т.С.Бакиров с коллегами, разработали устройство для отбора биологических частиц в открытом космосе. Необходимость отбора «космического мусора» во время полета возникает в связи с проблемой происхождения жизни и возможности переноса ее с

одних планет на другие. Разделение биогенных и небιοгенных частиц в пробоотборнике основано на их разной поляризуемости. Чтобы биогенные частицы сохраняли жизнеспособность при столкновении с жесткой поверхностью, ученые разработали способ их торможения от скоростей 7—10 м/с до нескольких метров в секунду. Это делается при помощи ускорителя нейтральных частиц, работающего в режиме торможения.

## БИОПОЛИМЕРЫ

### Желе из тараканов?

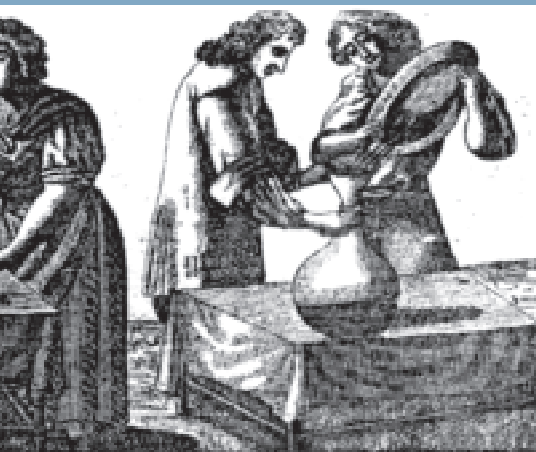
*Российские ученые из Института химии Дальневосточного отделения РАН (Владивосток) получили и исследовали гели на основе двух природных полисахаридов хитозана и каррагинанов. Результаты работы авторы опубликовали в июньском номере «Коллоидного журнала», отметившего недавно свое 60-летие. Оказывается, небольшая щепотка смеси двух этих веществ может превратить воду в устойчивое желе, не только вполне съедобное, но и заживляющее раны.*

Основа новых гелей — хитозан, то есть модифицированный хитин, тот самый, из которого делают свои защитные доспехи крабы и раки, креветки и пчелы, тараканы и мухи. У хитозана масса достоинств. С одной стороны, он нетоксичен и биосовместим, а с другой, обладает полезными свойствами. Помимо того, что он прекрасный сорбент, он еще и иммуностимулятор, и антисептик. Наконец, хитозан обладает ранозаживляющим действием.

А с точки зрения химиков, хитозан интересен тем, что это единственный природный полисахарид, молекулы которого заряжены положительно. Именно это его свойство использовали российские ученые. Они получили гели на основе хитозана и другого природного полисахарида каррагинана в таких условиях, когда каждое из этих веществ по отдельности гелей не образует.

Что такое эти самые каррагинаны? Это тоже природные полисахариды, только





## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

# На ледяных планетах могут жить бактерии

*Изучая вечную мерзлоту, можно составить представление о жизни на других планетах, а также о том, что ожидает нас самих в случае потепления. Исследования пушцинских ученых поддержал Российский фонд фундаментальных исследований.*

несущие эффективный отрицательный заряд. Получают их из красных водорослей и используют в качестве загустителей и желеобразующих добавок в пищевой, фармакологической и косметической промышленности. Однако чтобы сделать из каррагинанов хорошие гели, концентрация их в воде должна быть очень высокой.

Зато, как выяснили исследователи, если смешать водные растворы хитозана и каррагинана, то желе получается отменное, даже если самих полисахаридов очень мало, не больше одного процента. Дело в том, что в растворе противоположно заряженные полимеры взаимодействуют друг с другом, образуя пространственную структуру во всем объеме. Другими словами, чтобы сделать ведро желе, нужно взять всего по ложке этих замечательных веществ. Впрочем, здесь важно не переборщить: избыток полимеров приведет к тому, что комплекс хоть и образуется, но выпадет в осадок, и желе не получится.

Интересно, что свойствами такого геля можно будет управлять. В зависимости от строения каррагинана можно получить более или менее упругое желе, термочувствительное или нет. Но в любом случае свойства его будут, по мнению ученых, не хуже, чем у исходных полисахаридов.

Зачем нужны новые желеобразующие добавки? Во-первых, они весьма эффективны, то есть добавлять их нужно мало, а вкус и запах продуктов они не испортят. Во-вторых, их много, особенно хитозана, ведь отходы переработки крабов, креветок и криля все равно нужно утилизировать, а тараканов у нас так и вовсе немеряно. Наконец, такие гели интересны с медико-биологической точки зрения. Хитозан в них, полагают авторы, ускорит заживление поврежденных тканей и предотвратит инфекционное заражение за счет присущего ему антисептического действия. А столь же нетоксичный и биосовместимый каррагинан обеспечит гелевую структуру всей композиции, и такими средствами будет удобно пользоваться.

В вечной мерзлоте находят не только мамонтов, но и микроорганизмы, которые, в отличие от мамонтов, вполне жизнеспособны — на питательных средах они начинают расти. Но ученых интересует, могут ли эти микроорганизмы жить не в лабораторных условиях, а в промерзшей почве. Один из признаков микробной жизни — синтез органических веществ. Специалисты из Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН и Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН (Пушцино) много лет изучают микробное сообщество вечной мерзлоты. Они обнаружили в мерзлоте сарцины и палочки-бактерии, образующие метан. Следовательно, необходимо было проверить, происходит ли в промерзшем грунте синтез метана. Оказалось, что происходит, причем этот факт интересен не только для узких специалистов.

Для биохимического синтеза необходима жидкая вода. В вечной мерзлоте, несмотря на постоянные отрицательные температуры, не вся вода обратилась в лед. Незамерзшая жидкая вода прочно связана с частицами породы. При температуре  $-1,8^{\circ}\text{C}$  ее количество составляет около 10%, а при температуре ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  — всего 1—2% от всей почвенной воды, но и этого количества хватает, чтобы обеспечить биогеохимические процессы. В этом смысле мерзлоту можно рассматривать просто как очень холодное и очень сухое место, в котором, однако, возможна жизнь.

Ученые исследовали образцы суглинка, возраст которого около 3000 лет. Их добыли в Колымской низменности ( $155-160^{\circ}$  в.д.,  $67-70^{\circ}$  с.ш.) на глубине 1 м от кровли мерзлоты. Температура пород на этой глубине варьирует от  $-5^{\circ}\text{C}$

летом до  $-15^{\circ}\text{C}$  зимой. В образцы вводили радиоактивные соединения углерода, бикарбонат и ацетат, и 21 день выдерживали при разных температурах (от  $+5^{\circ}$  до  $-16,5^{\circ}\text{C}$ ). Контрольные пробы грунта были стерильны, всех микробов в них убили автоклавированием до введения радиоактивных веществ.

Эксперимент показал, что бактерии в вечной мерзлоте синтезируют метан. Скорость его образования уменьшается с понижением температуры и при  $-16,5^{\circ}\text{C}$  в 100 раз меньше, чем при  $-1,8^{\circ}\text{C}$ , но синтез все-таки идет, а микроорганизмы в ультрафиолетовом свете мерцают характерным для метанообразующих бактерий зеленоватым сиянием.

По мнению исследователей, можно ожидать, что в случае оттаивания мерзлоты микробное сообщество начнет еще активнее синтезировать парниковые газы, внося свою лепту в глобальное потепление климата. Полученные результаты перспективны и для экзобиологии. Жизнеспособное сообщество бактерий, которые не нуждаются в кислороде, усваивают углерод из химических соединений и великолепно переносят холод, представляет модель возможных форм жизни на ледяных планетах.

## ОПТИКА

# Невидимая корона ЛЭП

*Человек стоит и внимательно разглядывает линию электропередачи через толстую трубу, вроде подзорной. Что это значит? Просто ученые из НПО «Государственный институт прикладной оптики» (Казань) создали оптико-электронный прибор для обнаружения дефектов и неисправностей ЛЭП. Этот прибор, который позволяет обнаружить начальные стадии коронного разряда на расстоянии до 150 м, так и называется — «Корона».*

Все тайное становится явным — эту истину хорошо усвоил герой «Денискиных рассказов» Виталия Драгунского, когда в комнату вошел человек, держа шляпу, измазанную манной кашей, которую мальчик незаметно выбросил в окно. А вот ученые из казанского НПО «Государственный институт прикладной оптики» разработали прибор, который позволяет обнаружить невооруженным взглядом невидимый коронный разряд. Как устроен этот прибор и зачем он нужен?

На второй вопрос ответить проще. В том месте, где у линии передачи электроэнергии имеется дефект, возникают неоднородности электрического поля. Если ли-

ния высоковольтная, это будет не просто неоднородность, а коронный разряд: воздух вокруг дефекта ионизируется и электричество теряется. Иногда только еще зарождающиеся дефекты могут приводить к появлению коронного разряда, который в этом случае будет не просто свидетельством уже случившейся неполадки, но и предвестником более крупных неприятностей, вплоть до аварии на ЛЭП. Найти такие скрытые от глаз неисправности и позволяет прибор, сделанный казанскими физиками.

Дело в том, что коронный разряд сопровождается свечением, увидеть которое трудно, а на начальных стадиях — невозможно, даже если искать неполадки в темноте. Причина в том, что поначалу разряд светится ультрафиолетом, а его человек не видит. Но способен увидеть точный прибор, который специально подстроен для наблюдений в нужной области спектра излучения. Ученые изучили коронные разряды на промышленных линиях электропередач и выяснили основные их характеристики.

Результатом исследований стал электронно-оптический прибор «Корона» со спектральной чувствительностью от 250 до 380 нм — разновидность прибора ночного видения, но адаптированный к ультрафиолетовой области спектра. Пространственную глубину наблюдения обеспечивает светосильный семиэлементный зеркально-линзовый объектив, тоже разработанный для ультрафиолета. Чтобы избавиться от мешающего излучения, в приборе есть соответствующие светофильтры.

Вооруженный таким прибором наблюдатель может без труда не только дистанционно обнаружить коронный разряд на элементах ЛЭП в любое время суток и при любой погоде, но и оценить интенсивность свечения короны. То есть издалека контролировать состояние высоковольтной арматуры, сделать тайное явным и устранить неполадки.

## экология

### Кораблям нужна чистая вода

*Чем грязнее в порту вода, тем сильнее корабли обрастают разной живностью. К такому выводу пришли дальневосточные ученые из Института биологии моря ДВО РАН (Владивосток) при поддержке РФФИ.*

Металлы в морской воде разрушаются. Микроорганизмы, вызывающие биокоррозию металла, а также всевозможные рачки и черви, облепляющие днища судов, одолеют даже высококачественную легированную сталь. К тому же они предпочитают грязную воду, и чем больше люди

загрязняют море, тем интенсивнее его жители облепляют корабли. Научный коллектив Лаборатории морской коррозии Института химии и Биологии экологии шельфовых сообществ Института биологии моря ДВО РАН много лет изучает влияние различного рода загрязнений на обрастание в акватории портовой гавани бухты Золотой Рог (гор. Владивосток).

С борта судов, пришвартованных к разным причалам, на глубину двух метров опускали пластины высоколегированной стали Х18Н10Т. Эта сталь очень устойчива к действию морской воды, но под известковыми домиками, которые строят на подводной части судов усонogie рачки баянусы, она разрушается. Образцы выдерживали в бухте с июля по октябрь включительно, а контрольные пластины испытывали на коррозионном стенде в бухте Рында (остров Русский в Амурском заливе Японского моря). Соленость, кислотность и температура воды в обеих бухтах примерно одинаковы, но в бухте Золотой Рог вода грязная, мутная, в ней меньше кислорода и гораздо больше органических веществ, чем в бухте Рында. Различия в гидрохимии вод сказались на процессе обрастания.

Уже через семь суток на стальных пластинах в загрязненной бухте было в 2—4 раза больше бактерий, чем на контрольных образцах. Там и гнилостные бактерии, и железобактерии, и бактерии, поедающие разложившуюся органику. Эта толстая биопленка привлекает личинки рачков баянусов, которые густо оседают на покрытой микроорганизмами стальной пластине. На одном из образцов их было так много, что к концу эксперимента, через 120 суток, они покрыли подошвами своих известковых домиков практически всю поверхность пластинки, так что исследователи даже не смогли взять с нее пробу биопленки. Кроме того, бактерии привлекают разных червей, двустворчатых моллюсков, в том числе мидий, а также мелких рачков. Этой живности на одном квадратном метре может быть до 200 тыс. экземпляров. Ее видовой состав меняется в зависимости от того, в каком месте опускали пластину (бухта Золотой Рог загрязнена неравномерно). Если же перевести разнообразие в граммы, то в грязных водах на сталь оседает биомассы примерно в 2 раза больше, чем в бухте Рында, — 23 кг на квадратный метр.

Когда пластины вынули из воды и соскребли все, что на них было, оказалось, что сталь разрушается как раз под домиками баянусов. Между домиками коррозия происходит в редких случаях, когда



рачков очень уж много. Абсолютное число поврежденных пластин локальной коррозией под баянусами в бухте Золотой Рог в целом в 8—10 раз выше, чем в бухте Рында. Оказалось также, что в тех случаях, когда домики баянусов покрывают пластину полностью, они тем самым защищают ее от коррозии. При мозаичном расположении домиков сталь под ними разрушается гораздо интенсивнее.

Дальневосточные ученые пришли к заключению, что антропогенное загрязнение портовых вод стимулирует развитие специфических сообществ обрастания. Непонятно только, что теперь делать: то ли очищать акваторию порта, то ли выводить оттуда корабли.

## ихтиология

### Чего тебе надобно, золотая рыбка?

*От золотой рыбки все привыкли требовать всяческих благ. А что сделать, чтобы ей самой получше жилось? Этим вопросом озаботились ученые биологического факультета МГУ, которые выращивали настоящую золотую рыбку (Carassius auratus) в лабораторных аквариумах. Выяснилось, что этой рыбке противопоказаны стабильные условия, а вот смена температуры, солености, кислотности, содержания кислорода и освещенности действует на нее хорошо.*

Для того чтобы экспериментально доказать последнее, исследователи содержали две группы рыбок в аквариумах с одинаковыми показателями воды, но с разной освещенностью ее поверхности. В одном аквариуме она была постоянной (400 люкс), а в другом — каждые два часа изменялась от 200 до 600 люкс. Исследователи кормили рыбок живым мотылем и строго контролировали, сколько они съедают. С помощью специальной экспериментальной установки они измеряли интенсивность дыхания рыбок (среднесуточное потребление кислорода). Опыт длился от 6 до 13 суток.

Результаты были убедительными: рыбки, которых выращивали в условиях меняющейся освещенности, росли гораздо быстрее тех, которые росли в постоянном фоторежиме. Интересно, что при этом они съедали меньше корма и по-







требляли меньше кислорода. Можно ли извлечь из этого нового знания что-нибудь полезное для общества? Разумеется, ведь рыбное хозяйство сегодня во многом основано на разведении рыбы в искусственных условиях, в аквакультуре. Если изменение освещенности так ускоряет их рост, то не стоит ли рыбохозяйственникам приметить этот несложный прием, чтобы за то же время получать больше рыбьей биомассы? Изменять соленость воды в искусственном водоеме нереально, менять температуру — дорого, а менять освещенность может быть очень даже выгодно, учитывая, что при этом экономятся корм и кислород.

## ОНКОЛОГИЯ

# Слабое звено раковых клеток — МИТОХОНДРИИ

*Желая добиться универсальной защитной реакции организма на все виды опухолей, российские ученые вспоминают прошлые исследования и по-новому объясняют их результаты. В частности, ученые из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова теперь могут объяснить, почему ультразвук убивает раковые клетки. Новое знание открывает большие перспективы в медицине. Работу поддержали Российский фонд фундаментальных исследований, фонд «Научные школы» и CRDF.*

В поисках надежного средства борьбы с раком ученые Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова и Института биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН обратились к резуль-

татам, полученным в пятидесятых годах двадцатого века в Лаборатории анизотропных структур АН СССР под руководством А.К.Бурова. Тогда ученые разработали ультразвуковые источники меггерцового диапазона высокой интенсивности, свыше 500 Вт/кв.см, в параллельном нефокусированном пучке и использовали это излучение для уничтожения раковых опухолей у животных, а позднее и у человека.

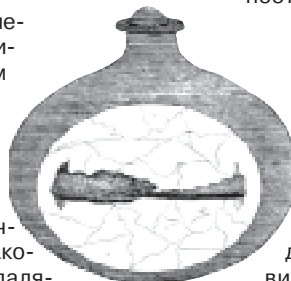
Вот как выглядели эксперименты на животных. Животным прививали штамм злокачественной опухоли, настолько агрессивный, что кролик погибал от метастазов через 1 – 2 месяца после прививки, даже если яичко, в которое вводили раковые клетки, через час удаляли. Через 8 – 11 дней после введения клеток опухоль уже сильно разрасталась; в это время ее облучали ультразвуком в течение 1 – 5 секунд. На 15–20 дни после облучения опухоль уменьшалась в объеме, а по истечении нескольких месяцев рассасывалась в 40–80% случаев. На ее месте оставался рубец. Кроме основной опухоли, рассасывались и метастазы, которые не испытывали непосредственного влияния ультразвука. Повторное многократное введение излученным кроликам раковых клеток больше не вызывало заболевания.

Этот феномен в Лаборатории анизотропных структур объяснили тем, что ультразвук стимулирует иммунные реакции организма, и попробовали создать вакцину. У животного удаляли опухоль, а затем массу раковых клеток обрабатывали ультразвуком, затем центрифугировали и вводили надосадочную жидкость тому же животному. Оно выздоравливало. Ученые даже начали клинические ис-

пытания, причем довольно успешно, но скоростная смерть А.К.Бурова и некоторые другие обстоятельства привели к свертыванию работ.

Сейчас настало время вспомнить об этих результатах и попытаться их объяснить. Итак, ультразвук разрушал только клетки опухоли. Здоровые ткани оставались неповрежденными. Условия облучения таковы, что ткани не нагреваются, поэтому тепловое воздействие можно исключить. Электронная микроскопия показала, что ультразвук разрушает в основном митохондрии раковых клеток. Их мембраны расслаиваются и рвутся, а потом митохондрии утрачивают внутреннюю структуру, выглядят опустошенными. Современные исследователи рассчитали, что те условия облучения, которые использовали сотрудники А.К.Бурова, создают ударные фронты, способные деформировать клетку и внутриклеточные структуры. Как известно, злокачественные клетки значительно более чувствительны к воздействию различных физических факторов, в том числе к ультразвуку, чем здоровые. При этом самыми чувствительными внутриклеточными структурами оказываются митохондрии. Ученые предполагают, что из разрушенных злокачественных клеток в организм устремляются белки, вызывая тем самым ответную иммунную реакцию.

По мнению исследователей, эти выводы нельзя назвать строгими. Для развития представлений о механизмах ультразвукового разрушения биологических структур необходимо тщательно проанализировать уже имеющиеся данные и провести новые эксперименты. Однако важность проблемы и новые соображения по этому поводу оправдывают обращение к забытым данным полувековой давности.



**Комплексное оснащение лабораторий различного профиля**  
**ВЕДУЩИЙ РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ**



**ЭКРОС**  
 ЛАБОРАТОРИИ XXI ВЕКА  
 Ассоциация «РОСХИМПРЕАКТИВ»

**Лабораторная мебель**  
**Лабораторное оборудование**  
**Лабораторная посуда**  
**Химические реактивы**  
**ГСО состава и свойств**  
**Стандарт-титры**  
**Фильтры**  
**Сита лабораторные**  
**Изделия из резины и полимеров**  
**Мебель и оборудование для школьных кабинетов химии**

199106, г. Санкт-Петербург, Среднегаванский пр., 13  
 тел. (812) 325-38-83, 325-38-77  
 info@ecros.ru; www.ecros.ru

125364, г. Москва, ул. Свободы, д. 61, стр. 1  
 тел. (095) 497-70-22, 497-69-09  
 ecros@tushino.ru

Доктор химических наук  
**О.В.Крылов**

# Конец химии?



*От постоянных читателей «Химии и жизни» иногда приходится слышать: «Почему в журнале стало так мало химии? Вот раньше, в 70-х годах, мы его читали не только для расширения кругозора и удовольствия, но и в работе он был полезен...» Все наши робкие попытки объяснить, что жизнь изменилась, приоритеты в науке теперь иные, а журнал — только их отражение, вызывают недоверчивую улыбку. Предлагаем вам мнение доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории гетерогенных комплексных катализаторов Института химической физики им.Н.Н.Семенова и руководителя действующего уже много лет межинститутского Семинара по катализу О.В.Крылова. Для тех, кто заинтересуется, — статью того же автора «Будет ли конец науки» опубликовал «Российский химический журнал» (1999, № 6). Более того, на эту же тему рассуждают ученые с мировыми именами в книга Д.Хоргана «Конец науки» (рецензия на ее русский вариант — в июньском номере нашего журнала)*

**В** 1960–1970-е годы было модно делать футурологические прогнозы развития науки на 2000 год. Но вот XX век кончился, а подавляющее число предсказаний, по крайней мере из области физики и химии, не подтвердились. Считали, например, что человек сможет полностью управлять термоядерной энергией к 1985 году, однако последние прогнозы физиков переносят это событие уже в XXII век. Говорили, что к 1989 году появятся кабели из сверхпроводников, передающие энергию на дальние расстояния, но даже открытие оксидных высокотемпературных проводников не дает надежды, что это будет осуществлено в ближайшее время. То же относится и ко многим другим прогнозам.

Неожиданно во второй половине XX века замечательных успехов достигла молекулярная биология, появилась новая наука — информатика, и весь мир охватили информационные сети. Но в физике и химии новых революционных событий не произошло. По-видимому, каждая наука имеет начало и конец: за фазой становления следует период бурного развития, а по мере описания основных закономерностей она исчерпывает свой предмет. Многие науки уже перешли через такой максимум, — например, в географии, описательной ботанике и зоологии это произошло уже давно. География как наука возникла во времена древних греков: Геродот был

не только великим историком, но и крупнейшим географом своего времени. Развитие в средние века средств и методов исследования Земли (корабли, навигационные приборы, картография) вызвало бурный рост числа экспедиций и привело к открытию новых земель. Максимум первой производной очевидно приходится на эпоху Великих географических открытий (XV—XVI вв.). После этого пошел спад, который вовсе не определяется числом статей. Институт географии существует и работает, полезные и нужные исследования поверхности Земли продолжают. Но уже ясно, что в основном Земля описана и больших открытий в этой области не будет. То же можно сказать о минералогии, анатомии, описательной ботанике и зоологии. Отдельные открытия еще случаются, например открытие в середине XX века А.В.Ивановым нового типа животных — погонофор. Но в основном виды животного и растительного мира описаны.

Почему-то многие считают, что в физике и химии это не относится и они будут всегда развиваться очень интенсивно. Но эти науки тоже конечны — Америка открывается только один раз и второй Америки не будет. В пользу этого мнения есть несколько весомых аргументов. Количество публикаций по физике и химии продолжает расти, а число открытий уменьшается. Нобе-

левские премии в конце XX века стали все менее значимы, а трудности и средства, необходимые для достижения одного результата, все время увеличиваются.

После такого утверждения многие восклицают: «Этого не может быть, потому что не может быть никогда!» Никому не хочется верить, что такая увлекательная сфера деятельности, как наука, может когда-нибудь кончиться. В качестве довода против «конца науки» можно привести различные прогнозы из прошлого, когда так же говорили о том, что в данной науке уже все известно, а потом оказывалось, что все только начиналось. Например, после открытий Дж. Максвелла в XIX веке, объединившего электричество, магнетизм и свет едиными уравнениями, говорили о завершенности физики. Считали, что после этого в физике делать нечего, однако в XX веке появились теория относительности, физика атомного ядра, квантовая механика и другие замечательные разделы новой физики. Все правильно, однако эти достижения относятся к первой половине XX века, а во второй половине XX — Нобелевские премии присуждались за существенно менее значимые работы. Кроме того, критерий правильности теории — возможность ее экспериментальной проверки, а современные теории во многих случаях не могут быть проверены, в том числе и из-за финансовых трудно-

стей (во всем мире затратные проекты почти не финансируются — прекратилось строительство сверхгигантских ускорителей или работы по связи с внеземными цивилизациями). Не думаю, что на данный момент физика или химия уже совсем «кончились», просто вероятность новых больших открытий становится все меньше и меньше.

Но как же обстоят дела в химии?

## Нобелевские премии по химии

Нобелевские премии присуждаются за крупные открытия, наивысшие достижения в данной науке. Если мы посмотрим, за что присуждались премии по химии в XX веке, то увидим, что уровень открытий снижается, несмотря на рост денежного вознаграждения.

**1901**, Я.Х. Вант-Гофф.

Основы химической кинетики

**1902**, Э. Фишер.

Синтезы аминокислот и углеводов

**1903**, С. Аррениус.

Электролитическая диссоциация

**1904**, У. Рамзай.

Открытие инертных газов

**1905**, А. фон Байер.

Синтезы алкалоидов, органических красителей

**1906**, А. Муассан.

Получение фтора

**1907**, Э. Бужнер.

Открытие внеклеточной ферментации

**1908**, Э. Резерфорд.

Теория радиоактивного распада

**1909**, В. Оствальд.

Основные законы катализа

**1910**, О. Валлах.

Строение и синтез терпенов

**1911**, М. Склодовская-Кюри.

Открытие радия и полония

**1912**, В. Гриньяр.

Металлоорганические синтезы

**1912**, П. Сабатье.

Каталитическое гидрирование

**1913**, А. Вернер.

Теория координационных соединений

Все эти работы фактически создавали новые области химической науки, принципиально новые синтезы, открывали новые элементы. Характерно, что премию получал один человек, а не авторский коллектив.

Число крупнейших открытий, удостоенных Нобелевской премии по химии в середине века, все еще велико (хотя меньше, чем в начале), и не все выданные премии бесспорны с точки зрения значимости работ. К бесспорным можно отнести следующие.

**1918**, Ф. Габер.

Синтез аммиака

**1922**, Ф. Астон.

Масс-спектрометрия и открытие стабильных изотопов

**1932**, И. Ленгмюр.

Теория поверхностных явлений

**1953**, Г. Штаудингер.

Строение и синтезы полимеров

**1954**, Л. Полинг.

Теория химической связи

**1956**, Н.Н. Семенов, С. Хиншелвуд.

Теория цепных реакций

**1958**, Ф. Сенгер.

Синтез инсулина

**1959**, Я. Гейровский.

Создание полярографии

**1963**, К. Циглер, Дж. Натта.

Стереорегулярные полиолефины

**1965**, Р. Вудворд.

Синтезы алкалоидов, хлорофилла и др.

**1966**, Р. Малликен.

Теория молекулярных орбиталей

**1968**, Л. Онсагер. Термодинамика

необратимых процессов

**1974**, Э. Фишер, Дж. Уилкинсон.

Металлоорганические комплексы

**1977**, И. Пригожин.

Диссипативные структуры

А теперь посмотрим Нобелевские премии по химии конца XX века.

**1981**, К. Фукуи, Р. Хофман.

Механизмы химических реакций

**1982**, А. Круг.

Электронная микроскопия нуклеопротеиновых комплексов

**1983**, Г. Таубе.

Механизмы реакций с переносом электрона

**1984**, Р. Меррифилд.

Технология твердофазного пептидного синтеза

**1985**, Дж. Карле, Г. А. Хауптман.

Прецизионные методы определения структуры кристаллов

**1986**, Я. Ли, Дж. Полани, Д. Хершбах.

Молекулярные пучки

**1987**, Д. Крам, Ж. М. Лен, Ч. Педерсен.

Краун-эфиры

**1988**, Й. Дайзенхофер, Р. Хубер, Х. Михель.

Трехмерная структура центра фотосинтеза

**1989**, Т. Чек, С. Олтмен.

Ферментативная активность РНК

**1996**, Р. Керл, Р. Смолли, Х. Крото.

Открытие фуллеренов

**1997**, Е. Скоу, П. Бойер, Дж. Уолкер.

Механизм синтеза АТФ

**1998**, У. Кон, Д. Попл.

Фундаментальный вклад в методы квантовой химии

**1999**, А. Зивайл.

За основополагающие работы в области фемтохимии

**2000**, А. Хигер, А. Мак-Диармид, Х. Си-ракава.

Развитие области электропроводящих полимеров

**2001**, Р. Нойори, К. Шарплес и У. Ноулес.

Работы по асимметрическому катализу

Нет сомнения, что эти Нобелевские премии были даны за хорошие работы. Но вероятно, каждый человек с химическим образованием может назвать и другие исследования того же уровня, не получившие Нобелевской премии. Причем каждый химик хоро-



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

шо знает работы лишь немногих ученых из приведенного списка (более близких к нему по специальности), чего нельзя сказать о лауреатах начала и даже середины XX века.

Больше половины Нобелевских премий последнего времени были даны одновременно двум или трем ученым. Это показывает, что лидерство во многих областях не может быть приписано одному: можно было бы присудить премии трем и большему числу ученых и это было бы даже справедливо.

Отметим также, что сущность открытий, за которые были даны последние Нобелевские премии, характеризуются многими словами, а в первой половине века это обычно было всего два-три слова.

Из семнадцати Нобелевских премий по химии за 1981—1997 годы семь связаны с биохимией и молекулярной биологией. Это могли бы быть премии по физиологии и медицине. Очевидно, что собственных больших достижений в химии уже нет, поэтому предпочтение отдается работам в смежных науках, которые находятся в стадии быстрого развития. Четыре премии даны за исследования механизмов химических реакций, три премии — за развитие методов исследования. Это неплохие работы, однако не великие открытия. Нобелевская премия 1995 года присуждена трем ученым за работы по атмосферной химии (в частности — образование и разложение озона). Но атмосферной химией занимается очень много ученых в разных странах, и выделение из них лишь трех — явная несправедливость. Работы по электропроводящим полимерам (премия 2000 года), конечно, хорошие, однако уже в самой формулировке указано, что премия — за развитие «области электропроводящих полимеров». Работы же по полиненасыщенным проводящим полимерам проводились и ранее, например А.А. Берлиным в Институте химической физики. И ученых, получивших премию в 2001 году, также нельзя называть основателями научного направления — еще в 1950 году Е.И. Клабуновский начал применять катализаторы, модифицированные оптически активными добавками, хотя «оптические выходы» были небольшими. Нобелевские лау-

реаты синтезировали катализаторы, позволившие получить оптические выходы, близкие к 100%, и скорее не открыли, а завершили новую область науки. Нет сомнения в том, что все четыре премии последних лет присуждены за хорошие работы, однако среди остальных работ по химии найдутся десятки равно достойных. Я бы сказал, что за 15 лет всего две премии: за фемтосекундную спектроскопию (1999) и за фуллерены (1996) присуждены за действительно выдающиеся открытия.

## Динамика открытий и достижений в химии

Число научных статей, публикуемых в мире ежегодно, пока еще продолжает расти, хотя темп роста постоянно уменьшается. В России в последнее десятилетие печатается меньше работ. Спрашивается, можно ли по числу публикаций судить о росте науки? На ранних стадиях развития науки число публикаций действительно характеризовало рост науки, но сейчас этого сказать нельзя.

О динамике развития науки можно судить лишь по наиболее значимым публикациям, которые сообщают об открытиях и достижениях, попадающих затем в учебники и энциклопедии. Такие работы в совокупности составляют содержание данной науки.

Я внимательно просмотрел последнее издание «Химической энциклопедии» (1988—1998 гг.), которое отличается фундаментальностью. Статьи в ней написаны ведущими специалистами, и особенно важно, что в большинстве случаев (хотя и не во всех) указаны даты главнейших научных открытий и достижений. После расположения дат всех открытий в хронологическом порядке получилась любопытная кривая (рис. 1). Я учитывал все сообщения о дате того или иного открытия, а в тех случаях, когда была указана только фамилия автора, пытался найти дату по другим источникам. Если в энциклопедии было указано несколько

дат открытий одного и того же явления, то учитывал все (например, реакция Арндта — Айстерта была открыта Ф. Арндтом в 1927 году и Б. Айстертом в 1935 году, для учета взяты обе). Включены также даты открытий, удостоенных Нобелевских премий по химии. Конечно, разные авторы статей из «Химической энциклопедии» исходили из разных принципов, выбирая наиболее достойные работы, но при большом массиве данных (всего рассмотрено 1323 точки) различия нивелируются.

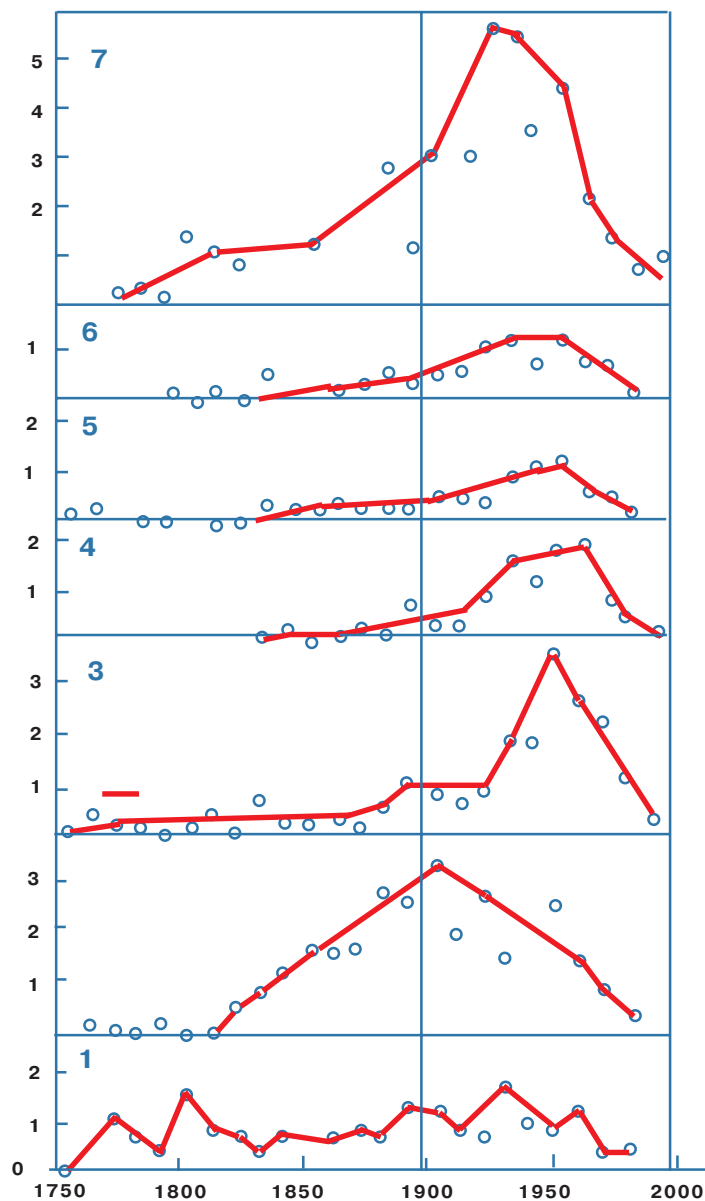
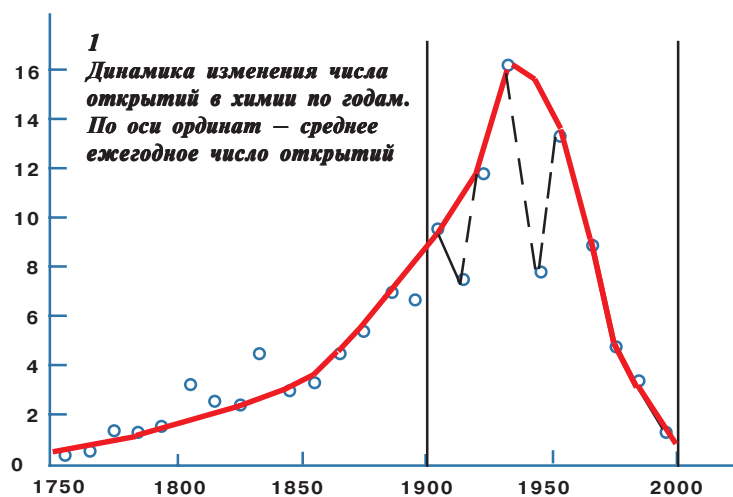
Действительно, несмотря на некоторый разброс данных, общая картина выглядит закономерной: число открытий в химии непрерывно растет вплоть до максимума в 1930-х годах, а затем быстро снижается. Отдельные выбросы точек от суммарной кривой до XX века легко объясняются сравнительно малым общим числом открытий. В 1770-х годах точки лежат выше кривой благодаря блистательным откры-

тиям К. Шееле новых элементов, в начале XIX века — из-за не менее значимых открытий Г. Дэви. В 1830-х годах Й. Берцелиус ввел ряд основополагающих понятий химии: катализ, полимеры, изомерия и другие. Ускоренный рост в 1870-х годах связан с появившимися почти одновременно химической термодинамикой (Г. Гельмгольц, Дж. Гиббс), периодической системой элементов (Д. И. Менделеев) и структурной теорией в органической химии (А. Кекуле, А. М. Бутлеров).

В XX веке число открытий быстро росло во всех областях химии. Два резких отрицательных выброса в 1910-х и 1940-х годах связаны с уменьшением числа публикаций во время Первой и Второй мировых войн. Максимум приходится на 30-е годы, после чего произошел резкий спад. Можно, конечно, отнести уменьшение числа достижений, отмеченных в «Химической энциклопедии» во второй половине XX века, к замедленности восприятия — всегда

### 2 Динамика изменения среднего ежегодного числа открытий в различных разделах химии:

1 — неорганическая химия, 2 — органическая химия, 3 — биохимия, химия физиологически активных соединений, смежные проблемы молекулярной биологии, 4 — химия высокомолекулярных соединений, 5 — аналитическая химия, 6 — катализ, 7 — физическая химия, химическая физика и смежные проблемы физики



бывает нужно, чтобы прошло какое-то время, прежде чем открытие будет признано. Однако вряд ли такое отставание может быть больше двух-трех десятилетий. Скорее наблюдается обратное явление: преувеличенное внимание к последним работам по сравнению с давними. Например, открытие графита К.Шееле в 1770-х годах даже не упомянуто и в «Химической энциклопедии», а меньшее по значению открытие другой формы углерода — фуллеренов справедливо отмечено Нобелевской премией 1996 года.

Если посмотреть не на химию в целом, а на ее разделы (рис. 2), то распределение открытий по годам будет различным, но общий вид кривых практически одинаков. Отсюда следует, что это — истинная динамика развития, а не субъективные особенности восприятия.

Неорганическая химия (рис. 2, кривая 1) равномерно развивалась в течение двух с половиной столетий. В XVIII—XIX веках открывали химические элементы, в XX веке — новые классы химических соединений. Небольшие пики в 1770-х годах, в 1800-х и в 1890-х относятся к открытию ряда новых элементов (W, Ba, Mn, Mo, O<sub>2</sub> — К.Шееле), щелочных и щелочноземельных элементов (Г.Дэви), радиоактивных элементов и инертных газов (П.и М.Кюри, У.Рамзай). Органическая химия развивалась по-другому (кривая 2). Рост ее начался в 1820-х годах и достиг максимума около 1900 года, то есть намного раньше, чем у химии в целом. К началу XX века были открыты важнейшие органические реакции и создано основное здание науки. В последней трети XX века уже не присуждали Нобелевских премий по органическому синтезу. Техника органического синтеза постоянно совершенствовалась, появлялись все новые вещества, но качественных сдвигов не было. В области биохимии, химии физиологически активных соединений и смежных областях молекулярной биологии (кривая 3) максимум открытий приходится на значительно более поздний период: на 1950-е годы. За 30 лет ежегодное число открытий здесь выросло почти в четыре раза. Именно в 1953 году Дж.Уотсон и Ф.Крик обнаружили двойную спираль ДНК. После этого развитие науки происходило скорее количественным образом. В химии полимеров (кривая 4) максимум приходится на еще более поздний период — 1960-е годы; создание катализаторов стереорегулярной полимеризации К.Циглером и Дж.Наттой (1954 г.) стимулировало подъем исследований в этой области. В аналитической химии (кривая 5) и катализе (кривая 6) открытий меньше, и максимумы развития находятся около 1950-х годов. Для физической хи-



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

мии, химической физики максимум наблюдается в конце XIX века, и связан он с созданием химической термодинамики и кинетики. Главный максимум приходится на 1920-е годы: это работы по строению атома, атомного ядра, создание квантовой механики. К сожалению, не удалось получить аналогичную кривую для химической технологии, потому что в большинстве соответствующих статей даты не указаны. В этой области число новых технологических процессов очень велико, однако процессов такого масштаба, как синтез аммиака, серной и азотной кислот, каталитического крекинга и риформинга, в последние десятилетия не было.

Таким образом, почти во всех разделах химии (возможно, за исключением неорганической химии) развитие науки шло по одинаковому закону: рост, переход через максимум и далее спад. Максимум соответствует периоду, когда в основном завершается создание основ данной науки. Для разных отраслей химии этот максимум различен во времени, но кривых с двумя большими максимумами в химии пока не наблюдается.

## О прогнозах на будущее

Означает ли проведенный анализ, что химическая наука в основном закончена и что в будущем невозможно появление новых максимумов? Я думаю, нет. Вероятность фундаментальных открытий, изменяющих направление развития науки, возможна, просто она очень невелика.

В классических областях органической, неорганической, аналитической химии большие открытия маловероятны, скорее они произойдут в области физической химии и химической физики благодаря бурному развитию новых физических методов исследования (туннельной микроскопии и спектроскопии, фемтосекундной спектроскопии и др.). Молекулярная биология будет продолжать развиваться, поэтому можно ожидать новостей в биохимии и химии физиологически активных соединений. Кроме того, сделанные выше выводы относятся в

основном к фундаментальной науке. Конечно, будут развиваться, и весьма бурно, прикладные науки, например катализ. Число новых процессов, механизмов и устройств будет безусловно расти. Все большее значение получит прикладная «химия выживания», поскольку человечество подошло к всеобщему экологическому кризису. Как показывает опыт последних лет, никакие международные соглашения для решения этих глобальных проблем невозможны без учета последних достижений науки. Задача для будущего поколения ученых — синтез различных фундаментальных и прикладных наук и создание целостного представления о мире, позволяющего решить глобальные задачи. Следует отметить еще один момент. На место «старых» наук могут прийти новые, подобно тому как молекулярная биология появилась в XX веке. В последнее время успешно развивается нелинейная динамика, позволяющая предсказывать развитие экономики отдельных государств и мира в целом. Может быть, она в какой-то степени заменит науки, уже построившие свои основы.

Хотя многие научные дисциплины прошли через максимум своего развития, вовсе не надо быть пессимистами. Правда, престиж фундаментальной науки (это относится в первую очередь к физике и к химии) пока падает в глазах молодежи — не только в России, но и в западных странах. Снижение престижа науки вызвано и высокой зарплатой научных работников, и трудностью достижения успеха: на получение эффективного результата теперь приходится затрачивать значительно больше усилий и времени. Лучше признать эти факты и искать выходы. Ведь познание мира — сам по себе чрезвычайно увлекательный процесс, а освоение фундаментальной науки повышает общий интеллектуальный уровень граждан, нации и человечества в целом.





# Химические публикации



САМОЕ, САМОЕ В ХИМИИ

**В** химических статьях и других публикациях можно найти много любопытного. Например, наиболее выразительная и одиозная концовка химической статьи — заявление американского химика Мозеса Гомберга. Свою пионерскую статью, посвященную открытию первого свободного радикала — трифенилметила («Journal of the American Chemical Society», 1900, с.757—771), автор закончил так: «Эта работа будет продолжена, и я желаю оставить за собой данное направление исследований». Если бы какой-либо химик осмелился написать такое в наши дни, редакторские ножницы не оставили бы и следа от подобного заявления, хотя бы оно исходило от знаменитости. Весьма интересной истории открытия свободных радикалов была посвящена статья в предыдущем номере «Химии и жизни».

Считается, что научные журналы — не место для политических заявлений. И все же изредка авторы не могут удержаться от соблазна, а редакции этому не препятствуют. Авторы «Книги рекордов» нашли такой пример. В 1984 году Ласло фон Сентпай опубликовал в «J. Amer. Chem. Soc.» статью о канцерогенности полициклических ароматических углеводородов, которая начиналась так: «Эта статья посвящена 430 бывшим ассистентам, уволенным в земле Гессен (ФРГ) с 1978 по 1980 г., и особенно — Гансу Кроллману (Висбаден), который лично виновен в этом».

Можно найти и другие примеры. Так, статья Й.Палдуса и Ю.Чижека, опубликованная в журнале «Chemical Physics Letters» (1969, том 3, № 1), заканчивается следующим признанием: «Данная работа была начата в Институте физической химии Чехословацкой академии наук и прервана вторжением иностранных армий в нашу страну. Мы весьма признательны профессору С.Дж.Дейвисону из Университета Ватерлоо (Онтарио, Канада) за моральную поддержку и возможность закончить эту работу». Статья была получена редакцией 28 октября 1968 года, через два месяца после начала оккупации ЧССР. Во всех последующих работах этих авторов значится уже их новый адрес — канадский. Удивительно, что журнал с этой статьей попал в советские библиотеки целым и невредимым. В сталинские времена такое было немислимо: тогда цензоры читали все подряд и вырезали ножницами или замазывали тушью статьи, абзацы и даже отдельные слова!

В 1996 году в журнале «Nature» была опубликована совместная статья индийских и швейцарских химиков, в которой говорилось о странном факте: в известном справочнике Бейльштейна (в нем приведены сведения примерно о семи миллионах органических соединений) содержится намного больше веществ с четным числом атомов углерода в молекуле, чем с нечетным. То же относится и к другим справочникам, просмотренным авторами статьи. Не будем останавливаться на причинах этого явления, тем более что о них подробно и задолго до «Nature» писала «Химия и жизнь» (1974, № 7), причем именно на примере справочника Бейльштейна!

А вот другие диковинки из мира научных публикаций. Самое длинное подстрочное примечание — в статье Дж.Р.Мердоха, опубликованной в «J. Amer. Chem. Soc.», 1982, с.588—600: оно заняло более двух страниц большого формата (134 строчки). По числу авторов одной статьи впереди — физики. Список 406 (!) авторов одной из статей, опубликованных в «Physical Review Letters» (1993, т.70, с.2515), занял две страни-

цы текста. Интересно, что делать ученым, которые ссылаются на эту статью, если в некоторых журналах требуют приводить список всех авторов статей, на которые делаются ссылки? Химики в этом отношении далеко отстали от физиков. Здесь вероятный чемпион — статья Р.Вудворда с сотрудниками, которая насчитывает 49 авторов («J. Amer. Chem. Soc.», 1981, с.3210).

Индекс цитирования — один из важных критериев научной значимости работы: если на статью никто не ссылается, то, скорее всего, она никому не нужна. Но верно ли обратное? Оказывается, больше всего ссылаются вовсе не на корифеев науки, не на нобелевских лауреатов, а на авторов удачной методики. Чемпион здесь — статья О.Лоури с сотрудниками о фотометрическом методе измерения концентрации белка, опубликованная в 1951 году в «Journal of Biological Chemistry». К концу XX века на эту статью было сделано примерно четверть миллиона ссылок. Этот журнал, «J. Biol. Chem.», публикует и наибольшее из всех научных журналов число статей — около 5000 за год. Чуть отстают от него Доклады Национальной академии наук США. На третьем месте — «Tetrahedron Letters» — вдвое меньше публикаций. Примерно в том же порядке располагаются журналы и по числу ссылок на них. По общему числу научных публикаций впереди США (около 35% всех статей), на втором месте — Великобритания (8%), на третьем — Япония (7,5%). Если же разделить число публикаций на количество жителей страны, то на первое место выйдет Швейцария, на второе — Израиль, на третье — Швеция. Более подробно об индексе цитирования и важности научных журналов (так называемом импакт-факторе) можно прочитать в «Химии и жизни» (1990, № 9; 1993, №9—10).

Почти все научные журналы и справочники снабжены указателем, позволяющим быстро находить нужные сведения. Самые большие указатели составляются к реферативному журналу «Chemical Abstracts» — так называемые совокупные указатели за пять лет. Один такой указатель — это более сотни переплетенных томов, сотни тысяч страниц, десятки миллионов ссылок. Весит он четверть тонны и занимает на полке почти 7 метров! В то же время все содержащиеся там сведения, записанные на четырех компакт-дисках, весит менее 50 г.

За первый год своего существования (1907) «Chemical Abstracts» опубликовал 12 000 рефератов, через 30 лет их общее количество достигло миллиона, а к 1995 году — 16 млн., причем каждые полтора года это число увеличивается на 1,5 млн. Ежегодно увеличивается более чем на миллион и число известных химических соединений (более 3000 в день, включая выходные и праздники!). Сейчас их известно примерно 20 млн., причем 95% — это соединения углерода (в том числе карбиды и металлоорганические комплексы CO).

Вероятно, самый большой учебник по химии (во всяком случае, на немецком языке) — это учебник Холлемана—Виберга, выдержавший с 1900 года более 100 изданий. Сейчас он содержит более 2000 страниц, из которых 163 страницы — набранный мелким шрифтом предметный указатель. В ранних изданиях в предметном указателе числился предмет «Бог», сейчас его там нет.

**И.Леенсон,**  
по материалам книги  
«Мировые рекорды в химии»

# Анкета читателя «Химии и жизни»

Дорогие и любимые читатели! Мы давно не мучили вас разными вопросами, а между тем нам очень важно представлять «ваш портрет», знать, что вы читаете в журнале, чем интересуетесь, а какие наши страницы пролистываете, не читая. Очень просим вас не полениться и ответить на наши вопросы. Все неленивые станут участниками лотереи, в которой разыгрываются 15 бесплатных полугодовых подписок на журнал. Отвечать можно: по телефону (095)267-54-18 (Тамара Михайловна Макарова), по факсу (095)267-54-18, электронной почте [redaktor@hij.ru](mailto:redaktor@hij.ru) (пометить «анкета читателя») или по почте, вырезав анкету из журнала - 105005, Москва, Лефортовский пер.8, Редакция журнала «Химия и жизнь- XXI век», Анкета читателя.



## 1. Сколько вам лет?

- от 10 до 17  
 — от 18 до 25  
 — от 26 до 35  
 — от 36 до 45  
 — от 46 до 55  
 — старше  
 — муж.     — жен.

## 2. Чем занимаетесь?

- учусь в школе  
 — учусь в вузе  
 — работаю  
 — работаю руководителем организации  
 — другое

## 3. С какой областью знания и отраслью хозяйства связана ваша профессиональная деятельность (будущая, настоящая или прошлая)? Можете отметить несколько позиций.

- химия  
 — биология  
 — физика  
 — инженерные специальности  
 — медицина  
 — геология, география  
 — гуманитарные дисциплины  
 — искусство  
 — научно-исследовательская работа  
 — преподавание  
 — промышленное производство  
 — сельское хозяйство  
 — другое

## 4. Давно ли читаете наш журнал?

- несколько месяцев  
 — меньше 5 лет  
 — от 5 до 10 лет  
 — больше 10 лет  
 — больше 20 лет

## 6. Как вы впервые познакомились с журналом?

- родители выписывали  
 — через друзей  
 — через коллег по работе или соучеников  
 — сам для себя открыл  
 — нашел в интернете

## 7. Сколько родственников, друзей и знакомых читают ваш экземпляр «Химии и жизни»?

- 1  
 — 2  
 — 3  
 — 4  
 — 5  
 — от 5 до 10

Художник Н. Краштин

*Надеемся, что вы еще не очень устали.*

*Мы будем очень рады, если получим ответы и на вопросы 8-10.*

*Впрочем, если вам некогда, мы не обидимся.*

## 8. Назовите 3 наиболее запомнившихся материала за последние год-полтора.

---

---

---

## 9. О чем вам было бы интересно прочитать в нашем журнале (назовите темы)?

---

---

## 10. Что НЕ нравится в журнале?

---

---

## 11. Еще пожелания.

---

---

## 12. Ваш адрес, телефон или e-mail на тот случай, если вы выиграете бесплатную подписку.

---

СПАСИБО !

# ХИМИЯ и ДЕНЬГИ

В.А.Халецкий

Статьи о почтовых марках, посвященных великим ученым-химикам, научным открытиям в химии, химическим элементам и отдельным веществам, стали уже почти традиционными. Они периодически появляются в солидных зарубежных журналах и материалах научных конференций. Опубликована монография о почтовых марках с химической тематикой, изобрели даже специальный термин — химофилателия (chemophilately). Но если с почтовыми марками в повседневной жизни мы встречаемся не так уж часто, то с бумажными деньгами нам приходится иметь дело почти каждый день, и на них тоже можно встретить изображения, связанные с химией. Я бы разделил все «химические» банкноты на три группы.



1



2



3



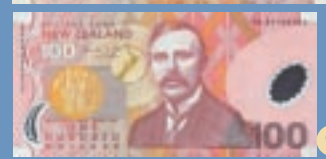
6



5



8



9

4



## Великие ученые-химики

Большей частью на банкнотах изображают государственных и военных деятелей, реже — художников, писателей и музыкантов. Ученым, в частности ученым-химикам, в этом плане не особенно повезло, но тем не менее... На таджикской банкноте, достоинством в 20 сомони, выпущенной в обращение в 1999 году (рис. 1) изображен Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина (Авиценна) (980–1037). Ибн Сина — врач и алхимик, автор «Канона врачебной науки», одной из самых знаменитых книг в истории медицины, в которой помимо прочего содержатся сведения о приготвлении лекарств, действии ядов и противоядий, то есть чистой воды химия!

Портрет Алессандро Вольта (1745–1827) украшает итальянскую купюру в 10 000 лир 1983 года (рис. 2). Хотя его основные работы и относятся к области физики, этот ученый создал первый химический источник тока и исследовал продукты сгорания болотного газа.

Огромное значение для развития химии имеют работы Майкла Фарадея (1791–1867). Его изображение напечатано на оборотной стороне банкноты в 20 фунтов, выпущенной в обращение Банком Англии в 1993 году (рис. 3). Майкл Фарадей — один из основателей количественной электрохимии и первооткрыватель бензола. Он впервые получил в жидком состоянии хлор, сероводород, аммиак, диоксид углерода, хлороводород, этилен.

Портрет немецкого врача, бактериолога и биохимика, Пауля Эрлиха (1854–

1915) помещен на немецкую банкноту достоинством в 200 марок и пущен в обращение Федеральным банком Германии 1 октября 1990 года (рис. 4). Ученый открыл реакции, имеющие большое практическое значение: diazореакцию мочи с сульфаниловой кислотой (реакция Эрлиха), реакцию с диметиламинбензальдегидом для определения ароматических нитросоединений и нафтохинонов. В 1908 году Пауль Эрлих совместно с И.И. Мечниковым получил Нобелевскую премию по медицине.

Портрет супругов Пьера Кюри (1859–1906) и Марии Склодовской-Кюри (1867–1934) в их лаборатории можно увидеть на самой крупной французской банкноте (рис. 5–6) в 500 франков (правда, теперь, после введения евро, это уже история). Банкнота — четвертая в серии, символизирующей достижения Франции в XX веке. Автор дизайна этих банкнот, известный швейцарский график Роже Пфюнд, работал над ними с 1981-го по 1993 год! Работы Пьера Кюри были посвящены исследованию кристаллических тел и магнетизму (достаточно вспомнить закон Кюри и точку Кюри). Вместе с женой в 1898 году они открыли два новых химических элемента — полоний и радий. За исследования в области радиоактивности в 1903 году супруги Кюри получили Нобелевскую премию по физике. После смерти мужа Мария Склодовская-Кюри продолжила свои исследования, которые были отмечены в 1911 году Нобелевской премией по химии. Мария Склодовская-Кюри — национальный герой не только Франции, но и своей роди-

ны, Польши. Ее портрет украшает польскую банкноту в 20 000 злотых, находившуюся в обращении с 1989-го по 1995 год (рис. 7). Кстати, французы не особенно любят вспоминать польское происхождение Марии Склодовской-Кюри, поэтому на французской банкноте не указана ее девичья фамилия.

Эрнест Резерфорд (1871–1937), великий физик, но тем не менее лауреат Нобелевской премии по химии за 1908 год, выходец из Новой Зеландии, изображен на самой крупной банкноте (100 долларов) этой страны (рис. 8). Эрнест Резерфорд — один из основателей учения о радиоактивности и строения атома, это ему принадлежат слова: «Теперь я знаю, как выглядит атом!» Кстати, новозеландские банкноты заслуживают отдельного упоминания. Те, на которых изображен Резерфорд, были выпущены в обращение Резервным банком Новой Зеландии в 1992 году и ничем не отличались от денег других стран, но в 1999 году появилась новая серия банкнот, которую уже нельзя было назвать «бумажные деньги» (рис. 9). Дело в том, что они сделаны не из бумаги, а из ориентированного полипропилена. Технологию производства полимерных банкнот разработали австралийские химики по заказу Резервного банка Австралии. А всего в мире, по данным на прошлый год, находилось в обращении около трех миллиардов пластиковых банкнот.

Уравнение Шредингера — фундамент квантовой химии, а портрет его автора, австрийского физика Эрвина





10



15



19

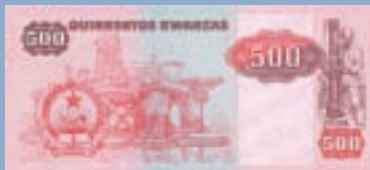


20



11

16



21



12



13

17



22



14

18



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Шредингера, занимает почетное место на австрийской купюре в 1000 шиллингов образца 1983 года (рис. 10). Шредингер — лауреат Нобелевской премии по физике за 1933 год.

## Химия как символ прогресса

Замечали ли вы, какое магическое действие оказывает иногда на людей внешний вид химической лаборатории? А какое впечатление производят формулы органических соединений и длинные названия веществ? Наверное, поэтому на бумажных деньгах некоторых государств изображены химические лаборатории. Интересный пример: банкноты, выпущенные в обращение в 1942 году Центральным эмиссионным банком Украины (г. Ровно). Этот банк основали немцы для снабжения наличными деньгами оккупированной части украинской территории. На мрачного вида банкнотах помещены портреты людей мирных профессий: крестьянки, шахтера, шкипера, но на самой крупной купюре в 500 карбованцев размещен портрет химика (рис. 11) — как символ научной мощи рейха. Тогда еще никто не предполагал, как бесславно для фашизма закончится война и как трудно будет возродить науку в послевоенной Германии.

Химики, работающие в лабораториях, изображены также на израильских банкнотах достоинством в 10 лир, образца 1958 года (рис. 12) и на банкнотах Банка Шотландии достоинством

в 20 фунтов стерлингов, образца 1998 года (рис. 13).

Чувство профессиональной гордости у каждого химика вызывает изображение фрагментов структурных формул молекул белков на оборотной стороне самой крупной сингапурской банкноты достоинством в 10 000 сингапурских долларов, выпущенной в 1999 году (рис. 14).

## Химия и экономика

Еще более эффектно, чем химические лаборатории, смотрятся химические, нефтеперерабатывающие и металлургические производства. Наверное, поэтому СССР, ГДР, Румыния так любили изображать на своих бумажных деньгах абстрактные промышленные производства.

Известно, что на нефти строится благосостояние многих стран. Изображения нефтяных скважин можно найти на купюрах в 50 малазийских ринггитов 1998 года (рис. 15), 500 ангольских кванз 1987 года (рис. 16) и 50 кванз 1999 года.

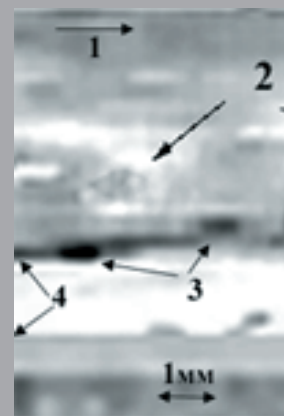
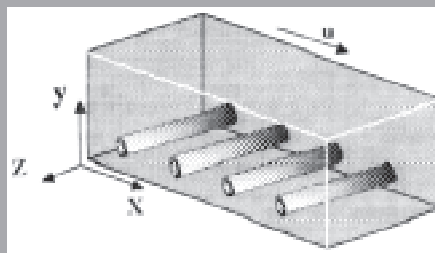
Процесс получения металлов тоже встречается довольно часто: на десятидолларовой банкноте Ямайки изображен карьер по добыче бокситов (рис. 17); на гайанской купюре того же достоинства образца 1966 года помещен завод по производству алюминия; выплавкой стали можно полюбоваться на пятидесятифранковой купюре, выпущенной в обращение в Люксембурге в 1972 году; а шведская банкнота в 1000 крон образца 1979 года

может служить иллюстрацией бессемеровского способа получения стали. И наконец, 5000 солей Перу 1981 года украшает сцена добыча шахтерами руды (рис. 18), причем трудно сказать какой именно, так как на территории этого южноамериканского государства есть месторождения меди, цинка, свинца.

Ну и конечно же многие страны не смогли устоять перед искушением разместить на своих деньгах изображения драгоценных камней (их тоже можно смело отнести к химии). Особенно преуспела в этом Южно-Африканская Республика в новой серии банкнот, запущенной в обращение в 1992–1994 годах. На купюре в 20 рандов можно увидеть бриллиантовую огранку алмазов и карьер по их добыче, а 50 рандов украшают схематичные рисунки атомов углерода (рис. 19, 20). Кимберлитовая трубка и ручная сортировка алмазов — главная тема оборотной стороны самой крупной купюры Ботсваны достоинством в 100 пула, пущенной в обращение в 1999 году (рис. 21). Но даже целая россыпь драгоценных камней, изображенная на банкноте Ганы в 1000 седи, не спасла ее от инфляции (рис. 22).

Каждый год разные страны мира запускают в обращение новые серии бумажных денег. Поскольку химия занимает все большее место в нашей жизни, то наверняка среди них все чаще будут попадаться банкноты с «химической» тематикой.

Доктор физико-математических наук  
**О.Н.Мельникова,**  
Кафедра физики моря и вод суши  
физического факультета МГУ  
E.mail: olamel@mail.ru



# Вихри в розовом тумане

Вихрей бунт  
встревожил воды...

*В.А.Жуковский*

**С**вихрями в жидкости, когда ее частицы совершают не только поступательное, но и вращательное движение, все хорошо знакомы. Они возникают при разных возмущениях течения жидкости, при огибании ею препятствий или просто от трения о стенки и дно. В газовых средах есть свои вихри, и об одном интересном примере кольцевого вихря, образующегося в воздухе при электрическом взрыве проволоочки, «Химия и жизнь» недавно рассказала (2002, № 3). Знать закономерности возникновения и поведения вихрей нужно для конструирования кораблей и самолетов, нахождения оптимальных режимов разных технологических процессов, для предсказания погоды и решения многих других задач, в которых имеют дело с гидро- или газодинамикой.

Интерес к вихрям возник давно. Так, Р.Декарт полагал, что в основе всего лежит вихревое движение и Вселенная пронизана разными вихрями. Решающий вклад в их научное исследование сделал Г.Гельмгольц в статье, опубликованной в 1858 году. Затем ими занимались лорд Кельвин, который развивал свою вихревую концепцию строения материи, А.Пуанкаре, а также многие ученые XX века, прежде всего Л.Прандтль и его школа в Германии. В последние десятилетия образование вихрей, турбулентность широко исследуют экспериментально и с помощью математического моделирования: уравнения гидродинамики нелинейны, и тут компьютеры вносят неоценимый вклад.

В некотором смысле вихри похожи на материальные частицы, поскольку они могут быть достаточно устойчивыми и взаимодействовать друг с

другом — притягиваться, отталкиваться, объединяться; иначе говоря, они представляют собой уединенные, солитоноподобные возбуждения. В идеальной жидкости, то есть лишенной вязкости, вихри не могли бы самопроизвольно возникать, а возникнув, не могли бы затухнуть. У воды вязкость мала, и вихри рождаются, как правило, вблизи поверхности обтекаемых тел, около дна и стенок русла.

Основная структура, которая возникает в придонном слое при направленном течении жидкости в прямоугольном канале, — это изолированный цилиндрический вихрь, или «монополь». Если скорость потока направлена по оси  $X$ , то оси цилиндров ориентированы вдоль оси  $Z$  — перпендикулярно потоку и параллельно дну (см. схему). Вращение частиц вокруг оси цилиндра может происходить либо по часовой стрелке (тогда вихрь считают отрицательным), либо против нее (положительным). Изолированные отрицательные вихри из-за эффекта Магнуса движутся по траектории в виде циклоиды, а положительные поднимаются вверх к поверхности (благодаря тому же эффекту искривляется и полет закрученного футбольного или теннисного мяча).

Эксперименты и расчеты показали, что если центры соседних вихрей расположены достаточно близко (или их диаметры достаточно велики — важно отношение этих величин), то они сближаются и объединяются в единые комплексы, образуя «диполь» или «триполь». Диполь — это два противоположно закрученных вихря, тесно прижатых друг к другу, при этом их круговая форма (в сечении) может искажаться. Триполь — это три моно-

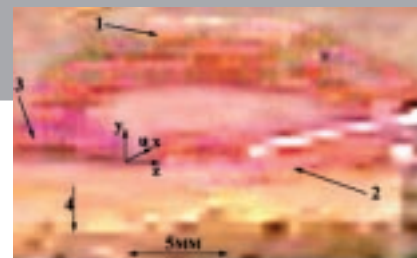
поля, один из которых основной, более крупный вихрь (возможно, имеющий в сечении вид эллипса), к которому примыкают два меньших и противоположного знака.

Если сближаются два вихря одного знака, то они сливаются в более крупный вихрь; если разного, то образуется диполь. Монополь и триполь, как целое, обладают угловым моментом, то есть вращаются вокруг некоторой оси. Симметричный диполь перемещается по прямой, а асимметричный имеет криволинейную траекторию. Меньшие по диаметру вихри имеют большую угловую скорость.

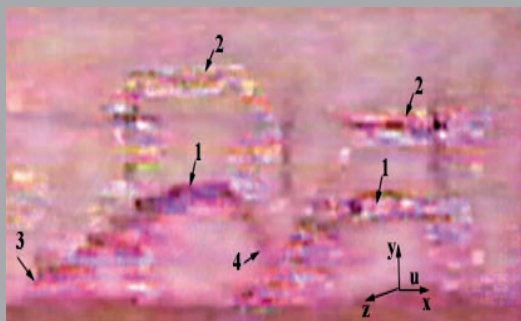
Хотя эти общие положения уже установлены, особенности взаимодействия вихрей в зависимости от разных параметров потока и канала изучены еще недостаточно. Этой проблеме и были посвящены наши исследования, в которых участвовали кандидат физико-математических наук Д.И.Леонтьев, аспирантка К.В.Достовалова, студенты О.В.Егоров и С.Л.Мартынов.

Мы проводили эксперименты в прямом желобе с прозрачными стенками, в котором текла вода (уклон дна составлял 0,001). Проведены серии опытов для трех типов поверхности дна — гладкой (из оргстекла), песчаной (со средним диаметром песчинок 0,2 мм), неровной (с наклеенными шариками диаметром 1,2 мм). Высота потока была 2,5–5 см, скорость — 10–50 см/с.

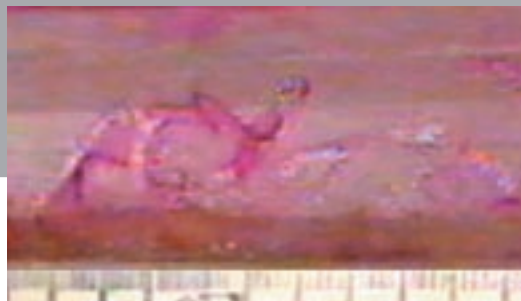
Чтобы визуализировать образование вихрей, дно желоба мы предварительно посыпали порошком марганцовки, а в воду добавляли частицы из полистирола (их плотность близка к плотности воды). Эти посторонние частицы захватывались вихрями и,



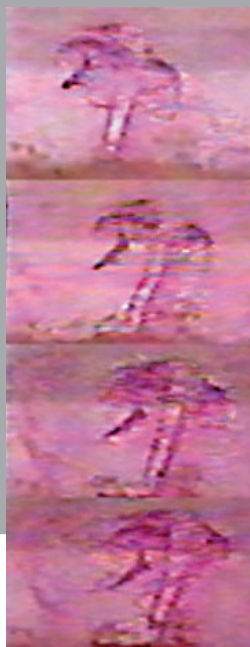
3



4



5



## НАБЛЮДЕНИЯ

вращаясь на внешней границе, четко очерчивали их форму (при условии низкой скорости центра вихря относительно желоба; скорость самого потока определяли по горизонтальным трекам частиц).

Возникающие в потоке структуры наблюдали через прозрачные стенки и снимали видеокамерой (частота — 25 кадров в секунду). Хотя цилиндрические вихри всегда ориентированы перпендикулярно стенкам, их концы обычно изгибаются и даже уходят на дно или на поверхность (в принципе они способны еще замкнуться в кольцо, но оборваться внутри воды, как установил еще Гельмгольц, они не могут), и это усложняет картину. Поэтому камеру мы располагали или перпендикулярно стенкам, и тогда видели вихри в профиль, или наискосок — в этом случае вихри видны как бы в пол-оборота, так что можно было наблюдать и за их искривленными концами.

Несмотря на то что изображения (кадры видеозаписи) кажутся не очень четкими и напоминают творения импрессионистов, они вполне поддаются расшифровке. Для облегчения интерпретации фотографий мы обычно сопровождаем их схемами (на них скорость потока  $U$  всегда направлена вдоль оси  $X$ ).

Что же показали эксперименты? В тормозящемся у дна стационарном потоке воды периодически (во времени) и на равном расстоянии друг от друга появляются цилиндрические вихри диаметром 1—3 мм. Они закручены по часовой стрелке, то есть отрицательны. Эти основные вихри вовлекают в движение окружающую их жидкость и индуцируют появление

дополнительных вихрей-спутников противоположного знака. На фото 1 виден белый след от формирующегося основного вихря, а между ним и дном — пара меньших положительных вихрей; близость к дну позволяет им захватить частицы марганцовки и интенсивно окраситься.

Если расстояния между вихрями получаются меньше критического, то сначала два малых вихря сближаются и сливаются в больший (с почти таким же диаметром, как у основного вихря), после чего этот объединенный вихрь приближается к основному и образует с ним диполь (в поперечном сечении он выглядит как цифра восемь — две неискаженные соприкасающиеся окружности). Диполь медленно поднимается вверх, одновременно смещаясь вниз по потоку, а затем снова опускается вниз. У стенку желоба концы вихрей опущены вниз на дно, они как бы волокутся по нему (фото 2).

Когда вихри-спутники больше удалены друг от друга (при других условиях эксперимента), их слияния не происходит. В этом случае возникает структура из трех независимых вихрей — основного и двух малых, которые быстро теряют связь между собой и перемещаются как изолированные вихри (фото 3). Основной вихрь на этом снимке достиг максимальной высоты подъема, которая в несколько раз меньше, чем высота подъема диполей (а также триполей); как видим, положительный вихрь-спутник расположен выше. Расчеты позволяют предсказать высоты, на которые должны подниматься изолированные вихри разного знака, и они соответствуют наблюдаемому. Это подтвер-

ждают предположение, что в данном случае вихри движутся независимо друг от друга.

Если расстояние между соседними основными вихрями меньше некоторого порога, то основной вихрь и вихри-спутники образуют единую систему — триполь. Вихри в триполе не покидают друг друга и перемещаются как целое; на фото 4 видны три триполя в левой части канала. У стенок канала концы вихрей опускаются на дно, тесно прижатые друг к другу. (В правой части канала расстояние между основными вихрями больше критического, и там видны только изолированные вихри.)

В центральной части канала цилиндры отходят друг от друга, и положительные вихри медленно вращаются вокруг основного отрицательного вихря. Эта структура, как целое, сохраняет тип траектории основного вихря — циклоиды, но под влиянием положительных вихрей-спутников поднимается в несколько раз выше изолированного вихря; на фото 5 показана эволюция одного триполя во времени.

Взаимодействие вихрей в подобных условиях ранее не изучалось. Снятый нами «сериал», который можно было бы назвать «На дне» (кстати, ровно сто лет назад, в 1902 году, М.Горький написал одноименную пьесу), позволил выяснить, как происходят связанные с вихревыми структурами пульсации скорости потока у стенок канала, перенос примесей, деформация дна и как влияют на эти процессы разные параметры. Можно ожидать, что дальнейшие эксперименты дадут ответы и на другие загадки «вихрединамики».



# Дары преисподней

*О вулкане Кудрявый и о том, что наши геологи проводят там уникальный эксперимент по добыче из фумарольных газов редчайшего металла на Земле — рения, мы писали в сентябре 2000 года. И вот новое сообщение на эту тему.*

Доктор технических наук  
**В.А.Синегрибов**



## Огненное рениевое месторождение

Действующий вулкан — отнюдь не всегда огнедышащая стихия. Зачастую его можно опознать лишь по наличию фумарольных газов. Как обобщенный термин, фумаролы — это любые струи газов и паров (без учета их состава и температуры), которые выделяются из небольших отверстий и трещинок в кратере, на склонах и у подошвы вулкана. Разновидностей их много, но здесь речь пойдет о фумаролах вулкана Кудрявый (Курильские острова, остров Итуруп), которые можно отнести к типу горячих, кислых, первичных. То есть таких, которые выделяет непосредственно магма.

Основная составляющая фумарольных газов вулкана Кудрявый — это вода. Ее там 93–98%. Достаточно высоко содержание газов, образующих кислоты: хлорида водорода — 0,1–0,8%, фторида водорода — до 0,08%, сероводорода и диоксида серы — в сумме до 3,0%. Именно взаимодействие двух последних соединений привело к образованию отложений серы, которую японцы до войны добывали на склонах кратера Кудрявого. В заметном количестве присутствуют водород и оксиды углерода. А кроме того, в фумарольных газах можно найти если не всю таблицу Д.И.Менделеева, то большую ее часть, в том числе целый набор рассеянных элементов. Это рений, а также индий, селен, теллур, кадмий, таллий, германий и многие другие, о которых речь пойдет ниже.

Благодаря газетам и журналам сложился образ вулкана Кудрявый, именно как нового богатого источника рения. В тонне фумарольных газов содержится около одного грамма этого металла, то есть в миллион раз больше, чем его концентрация в литосфе-

ре планеты. Если же фумарольный газ собрать и охладить, то в твердых продуктах конденсации концентрация рения достигнет фантастической величины — 1 кг/т!

Сколько же всего рения выбрасывает Кудрявый? По данным первооткрывателя этого необычного месторождения, директора Института вулканологии и геодинамики РАЕН, академика РАЕН Г.С.Штейнберга и его сотрудников, — около 18,5 т/год. Для сравнения: мировое производство рения в 2000 году составило... 40,0 тонн. Неплохо? Однако посмотрим внимательнее на это явление, вдруг при первом взгляде мы чего-то упустили?

## Богатство, портящее воздух

Утверждение, что Кудрявый — богатое месторождение рения, не совсем точно. В действительности вулканологи и геологи открыли богатое газовое месторождение целого комплекса ценнейших рассеянных и редких элементов. Рений же был очень правильно выбран как знамя, которое должно было привлечь внимание к Кудрявому: в России нет собственного источника этого металла.

Согласно прогнозам, одному килограмму содержащегося в фумарольных газах рения сопутствуют 32 килограмма индия, 22 килограмма висмута, 5,4 килограмма германия, 120 граммов золота, 80 граммов палладия и так далее. Там же присутствуют не менее ощутимые количества таких токсичных, но ценных элементов, как мышьяк (20 кг), таллий (7,8 кг), свинец (9,4 кг), ртуть (2,1 кг), ванадий (1,1 кг), селен (0,4 кг), кадмий (0,2 кг), теллур (0,08 кг). И все эти материальные блага, вместо того чтобы использоваться для промышленных нужд (а перечисленные элементы необходимы

для развития авиации, космонавтики, нефтяной промышленности, волоконной оптики, атомной энергетики и много-много чего еще), в прямом смысле слова вылетают на ветер. И к тому же серьезно загрязняют воздух, землю, воду.

Стоимость теряемого рения, в пересчете на металл, составляет в год, по ценам 2000 года, 14,8–16,6 млн. долларов. Другие элементы, которые выбрасывает вулкан, уносят в воздух следующие миллионы тех же денежных единиц: германий 95,0–99,0; палладий 33,3–44,7; золото 22,2; индий 82,9–94,7; селен, свинец, цинк, молибден — 4,8. Всего на сумму около 267,5 миллионов долларов. И это отнюдь не все! Стоимость же рения в этих выбросах составляет менее 6%!

Данные по содержанию ценных элементов в фумарольных газах надо еще уточнять, и только очень большой оптимист может рассчитывать на полный сбор и переработку этих «полезных испаряемых», но вывод из сказанного может быть только один: необходимо поймать весь комплекс ценных элементов.

Конечно, возможные доходы надо оценивать весьма осторожно: цену продукта определяет соотношение спроса и предложения. Например, в конце 90-х годов цена килограмма рения достигала 1300 долларов, к 2000 году снизилась до 800–900 долларов в связи с ростом производства, а в 1993–1997 годах ее катастрофическое падение до 300–350 долларов произошло, как считают аналитики рынка металлов, вследствие «крупномасштабных поставок из СССР». Но вопрос о том, как правильно опреде-



лить цену и не получить вместо ожидаемой прибыли убыток, к теме данной статьи отношения не имеет.

Итак, мы пришли к выводу: необходимо комплексно использовать выбросы вулкана Кудрявый. Однако это не значит, что следует отказаться от идеи добывать рений из газа фумарол. Наоборот, надо еще раз подчеркнуть: рений крайне необходим для развития промышленности России, а единственный его серьезный источник в стране — вулкан Кудрявый на острове Итуруп. В то же время нужно учитывать: вулкан выбрасывает не столь много золота и палладия, чтобы их добыча обрушила цены рынка, но суммарная стоимость этих металлов — хорошая гарантия получения прибыли при комплексной переработке сконцентрированного газа фумарол.

## Откуда берется это богатство?

Принято считать, что содержащиеся в первичных фумарольных газах вода, хлорид и фторид водорода, соединения серы, оксиды углерода и другие компоненты выделяются из магмы. Иногда, впрочем, вулканологи оговариваются, что в фумароле бывает и примесь газа из боковых пород. К сожалению, настоящую магму никто, так сказать, в руках не держал. Уж больно глубоко она находится — в 40 км от поверхности материка или в нескольких километрах от дна Мирового океана, что несколько ближе, но так же малодоступно.

Однако кое о чем позволяют судить данные экспериментов, полученных

В.Г.Финниковым, сотрудником Института металлургии им. А.А.Байкова РАН, при отработке процесса хлоридной электроплавки, когда из расплава в газовую фазу выделяются хлориды благородных и цветных металлов. Исходная шихта состояла из оксидов железа, кремния, алюминия, кальция и других элементов, то есть по составу была подобна изверженным лавам, но содержала также 3,6–9,2% хлор-иона в виде, например, хлорида натрия и 0,65–1,35% серы. После расплавления и выдержки при температуре 1200–1400°C в течение одного-двух часов оказалось, что сера из расплава улетела полностью, а хлор-иона осталось не более 0,1–0,3%. Конечно, условия на поверхности Земли и на глубине 40 км существенно различаются, но утверждение вулканологов, что раскаленная магма может содержать значительные количества соединений серы, хлорида и фторида водорода, не говоря уж о воде, кажется излишне смелым. Все-таки в земной коре есть достаточно отверстий, через которые столь хорошо летучие компоненты способны вылетать.

В то же время магма, приближаясь по трещинам земной коры к поверхности планеты, неизбежно должна реагировать с окружающими ее породами и частично их расплавлять. Натрий, хлор, сера и углерод входят в двадцатку наиболее распространенных в земной коре элементов (в частности, в виде отложений хлорида натрия с примесью хлорида калия). И земная кора просто обязана поделиться с магмой этими элементами. Появление же в расплаве хлоридов натрия и калия ведет к образованию хлоридов редких и цветных металлов, переходящих в газовую фазу. Подтверждением, что именно так на первом этапе образуется сложный состав фумарольных газов, служат так называемые сухие фумаролы (например, при извержении Везувия), которые содержат в основном хлориды металлов, в том числе 94,3% хлорида натрия.

Появление же основной компонен-

ты фумарольных газов, водяного пара, можно объяснить поступлением в зону вулкана воды из боковых пород. Исследования геологов показали, что вода способна проникать в земную кору на глубину несколько километров. Попадая в область высоких давлений, она существенно меняет и свои свойства растворителя. А при совместном влиянии давления и температуры (можно сказать, эффект автоклава) она способна растворять даже такие нерастворимые соединения, как оксиды ниобия, тантала, трехвалентного железа или кремния (превращается в сверхкритический флюид — ред., см. «Химия и жизнь», № 2, 2000). Так вода насыщается элементами горных пород. При этом в ней в десятки и сотни раз повышается концентрация меди, свинца, висмута, серебра, а также редких металлов. Главную роль в составе подземных вод в последнем случае играют соединения различных форм углекислоты и серы. Объединение получившихся растворов с сухими вулканическими газами и может дать тот букет элементов, который содержится в фумарольных газах.

## Как добыть богатство из дыма

Фумарольные газы — очень сложный объект для переработки. У них высокая температура. Комплекс содержащихся в горячем водяном паре соединений серы, а также хлор- и фтор-ионов обладает огромной коррозионной активностью. Особенно опасно появление конденсата, ведь он будет состоять из смеси кислот, включая плавиковую. Поэтому для переработки этого необычного вида сырья нужна такая технология, при которой конденсаты соединений ценных металлов улавливают в сухом виде. Тогда удастся сильно уменьшить коррозионное воздействие фумарольных газов на аппаратуру. Кроме того, требуется на месте, то есть совсем рядом с кратером вулкана, обрабатывать концентрат полученных из газа соеди-



нений металлов — сушить его и фильтровать.

Опыт улавливания возгонов, в том числе и в присутствии смеси хлор- и фтор-ионов, уже имеется, но поскольку состав фумарольных газов очень необычен, сложен и сильно отличается от промышленных газов, с которыми привыкли работать специалисты, то на множество вопросов придется искать ответы путем эксперимента. Образно говоря, вулкан — это огромная природная металлургическая печь без системы газоочистки. Вот такую систему и требуется создать, а при ее проектировании и строительстве придется обязательно учитывать специфику объекта.

Взять хотя бы законодательство об охране окружающей среды. Предприятие по переработке дыма преисподней никак не удастся привести в соответствие с ним. Ведь сбросы различных соединений не должны превышать предельно допустимых значений, которые установлены нормативными документами. Это особенно касается сильно ядовитых, I–II класса химической опасности, веществ, которых в выбросах вулкана более чем достаточно. Даже без проб и экономических расчетов понятно, что предприятие, построенное на вулкане острова Итуруп, не выдержит полного улавливания или нейтрализации и содержащихся в фумарольных газах хлорида и фторида водорода, и соединений серы. Представителям органов по охране окружающей среды, которые контролируют создание и работу промышленных предприятий, в данном случае предстоит либо принять сей факт за истину, либо дать разрешение вулкану на загрязнение

окружающей среды по полной программе.

Поговорка утверждает, что не бывает правил без исключения. Вот такое исключение надо сделать, чтобы стало возможным использовать фумарольные газы как источник ценного сырья. Ведь на самом-то деле, сколько бы ни было поймано вредных компонентов, содержащихся в фумарольных газах, 20, 30 или 90% — это все равно благо для природы.

Действующий вулкан — не самое удобное место для строительства промышленных предприятий. Рельеф местности сложен, подходящих участков мало, да и риск того, что случится извержение и все погибнет, весьма велик: все-таки спящий вулкан — это мина замедленного действия. Поэтому монтировать следует необходимый минимум оборудования, которое будет выделять общий концентрат ценных элементов. В комплекс также войдут вспомогательное оборудование, например для получения электроэнергии, и жилые помещения.

Не стоит даже и думать о переработке концентрата на месте. Во-первых, как уже было сказано, при извержении желательно терять поменьше. Во-вторых, переработка такого сложного по составу вещества, не менее 25–30 элементов, потребует весьма разветвленной технологической схемы и реагентов, которых нет на острове Итуруп. Поэтому переработку концентрата удобнее выполнять на материке. Значит, нужно строить на вулкане сначала опытную, а затем и промышленную установку по комплексному выделению ценных элементов из фумарольных газов. И на этой

установке проверить как сухой, так и мокрый способы получения такого коллективного концентрата. В первом случае газ проходит через электрофильтр, и частички соединений металла на нем оседают. Главный недостаток этого способа — чрезвычайно высокая коррозионная активность, из-за которой сложно подобрать материалы для оборудования. Второй способ — мокрый — этого недостатка лишен: летучие соединения металлов растворяются в большом количестве воды и получается слабая кислота. Однако при таком способе концентрация улавливаемых элементов снова становится очень небольшой, и извлекать их потом из воды будет непросто, и с большими потерями.

Итак, у нас есть богатое комплексное месторождение ценнейших элементов; идея, как его освоить; опыт работ с подобными газами. А чего нет? Правильно — денег.

У государства их тоже нет, а может быть, нет особого желания развивать промышленность, авось все само собой образуется. Поэтому не исключено, что от проблемы столь ценного вулкана решат избавиться, передав Итуруп японцам — пусть об извлечении даров преисподней у них голова болит.

## Эпилог

Вулкан Кудрявый — уникальное газовое месторождение редких элементов. Есть сведения о присутствии рения в фумарольных выбросах некоторых вулканов США, но там, как говорится, и содержание ниже, и фумаролы пожиже.

Последний раз Кудрявый извергался недавно, в 1883 году. С тех пор вулкан медленно остывает, а жизнь его проявляется в сильной фумарольной активности. Раскаленные породы находятся на весьма небольшой глубине. Об этом свидетельствуют наблюдения 1999 года. Тогда произошло так называемое фреатическое извержение: выброс парогазовой смеси, которая возникла из-за быстрого спуска накопившейся воды в трещину. Температура газов на выходе превышала 900°C. В результате этого извержения появился кратер Малыш. В нем на глубине 30–40 м наблюдали красное, до соломенно-белого свечение, то есть температура немного превосходила 1000°C. Таким образом, вулкан, хоть и впал в спячку, имеет достаточно большой запас тепла для испарения воды и образования перегретого пара.

С учетом изложенной выше гипоте-

зы о том, что металлы появились в фумарольных газах из окружающих вулкан горных пород, можно сформулировать три условия, которые необходимы для образования фумарольных газов, аналогичных газам вулкана Кудрявый. Это большое количество тепла для испарения воды и образования перегретого пара; источник поступления воды в зону образования газов; присутствие соответствующих рудных компонентов в магме, а также контактирующих с ней породах земной коры и в воде, проникающей к вулкану.

Почти 120 лет Кудрявый усердно пачкает окружающую среду, выбрасывая в атмосферу ценнейшие для промышленности элементы. И будет делать это еще многие и многие десятилетия. Если не найдутся желающие финансировать решение сложнейшей и важнейшей проблемы: превращение поставщика загрязнений в бездонный источник получения элементов, которые человечество считает редкими и рассеянными.



Кандидат технических наук

**В.Г.Майоров,**

Институт химии  
и технологии редких  
элементов  
и минерального сырья  
им. И.В.Тананаева  
КНЦ РАН



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

## Фольклор испытателей

*Я работаю в области экстракционной технологии редких элементов. Руководил несколькими десятками опытно-промышленных и промышленных испытаний. Бывало всякое, встречались сложные и иногда трудно объяснимые препятствия и проблемы, причем не только химического характера. Ответной реакцией был фольклор. Некоторые шутки приходилось слышать ранее, другие — плод собственного опыта. Юмор помогал справляться с работой, и надо сказать, что все испытания прошли качественно, получены хорошие и надежные результаты. Предлагаю вниманию читателей некоторые фрагменты народной мудрости.*

### Основные этапы испытаний:

Шумиха — неразбериха — поиски виновных — наказание невиновных — награждение непричастных.

### Основные законы испытаний:

— первый (в начале работы): «2Д + 2П» = «Давай, давай, потом посмотрим!»;  
— второй и третий (в ходе работы), дополняющие друг друга: «Если эксперимент может пойти вкривь, он обязательно пойдет вкривь» и «Из любого безвыходного положения есть как минимум два выхода»;  
— четвертый (обработка результатов): «3П» = «Смотришь на пол, потолок и высасываешь из пальца».

### Следствия из законов:

если ставишь иногда, для души «дикие» эксперименты (то есть те, от которых по всем канонам нельзя ожидать положительного эффекта), можно вдруг оказаться в удивительно интересной области; если лениться, то ни один эксперимент не попадет мимо цели; если эксперимент дал неожиданно хорошие результаты, их нужно проверять в десять раз тщательнее, чем неожиданно плохие; размер помощи начальства обратно пропорционален легкости и изяществу решения проблемы, а чем сложнее проблема, тем больше вероятность, что она будет решена не с мучительной серьезностью, а просто и красиво.

## ПРИГЛАШАЕМ НА ПОСТОЯННУЮ РАБОТУ

**химиков, специалистов  
в области органического синтеза,  
а также программистов**  
(желательно с химическим образованием)



в **МОСКОВСКУЮ** лабораторию  
фирмы ChemBridge Corporation  
с перспективой работы за рубежом  
оклад 12–25 тыс. рублей + премия  
**Иногородним предоставляется общежитие**

Для рассмотрения Вашей кандидатуры  
присылайте резюме.

**E-mail: [job@chembridge.ru](mailto:job@chembridge.ru)**

**Предлагаем спонсорскую поддержку  
конференций и симпозиумов  
по органической химии**

**Факс: (095) 956-49-48 Тел.: (095) 784-77-52,  
E-mail: [chembridge@online.ru](mailto:chembridge@online.ru) 246-48-11  
Почтовый адрес: 119048 Москва а/я 424**

## Когда гостей слишком много

*P.M.Voyles et al., «Nature»,  
2002, v.416, p.826*

Электронные свойства полупроводника зависят от примеси, которая обогащает его либо электронами (атомы фосфора, сурьмы), либо «дырками» (бора и алюминия). Для нормальной работы микросхем количество носителей зарядов должно превышать определенный минимум, а поскольку размер транзисторов постоянно уменьшают, приходится увеличивать концентрацию чужеродных атомов. Но оказалось, что если она приближается к  $10^{21}$  атомов на кубический сантиметр кремния, то часть атомов-гостей перестает отдавать в общее пользование свои электроны. Иначе говоря, когда «изюма в булке» становится слишком много, изюмины начинают как-то влиять друг на друга и их свойства меняются.

Чтобы разобраться в этом, специалисты из Белловских лабораторий фирмы «Lucent Technologies» решили прежде всего узнать, как атомы примеси располагаются в кремнии. Для этого они получили тонкую пленку кристаллического кремния, содержащую всего 9–11 слоев атомов, с введенными в нее атомами сурьмы. Затем, применив усовершенствованный ими метод сканирующей трансмиссионной микроскопии, стали просвечивать ее электронным лучом. Атомы сурьмы намного тяжелее атомов кремния, поэтому они рассеивают электроны сильнее (при этом пленка не должна содержать дефектов, которые тоже могут отклонять электроны). Так удалось наблюдать отдельные атомы Sb.

Ученые выяснили, что атомы-«кулаки» (не желающие

расстаться со своим электроном) образуют кластеры, состоящие, как правило, из двух атомов. В норме атомности занимают места атомов-хозяев, замещая их в кристаллической решетке, но, когда их там слишком много, этот порядок нарушается. Сейчас кристалл с примесью получают путем быстрого охлаждения расплава, и перед материаловедами стоит задача обеспечить регулярность расположения чужеродных атомов даже в том случае, когда их высокая концентрация делает систему термодинамически нестабильной.

Кстати, исследователи из Южной Кореи обнаружили странный эффект, который «подлил масла» в споры о действии биологически активных веществ в сверхнизких концентрациях (см. «Химию и жизнь», 2000, № 1). Они изучали поведение водорастворимого соединения фуллерена  $C_{60}$  с циклодекстрином. Согласно их данным, полученным в экспериментах по рассеянию раствором света от лазера, по мере разбавления водой эти молекулы образуют агрегаты все большего размера — от 0,55 мкм при концентрации 0,216 мМ до 2,25 мкм при 0,01 мМ («*Chemic.Comm.*», 2001, p.2224).

## Тряска против хаоса

*N.Burtally et al., «Science»,  
2002, v.295, p.1877*

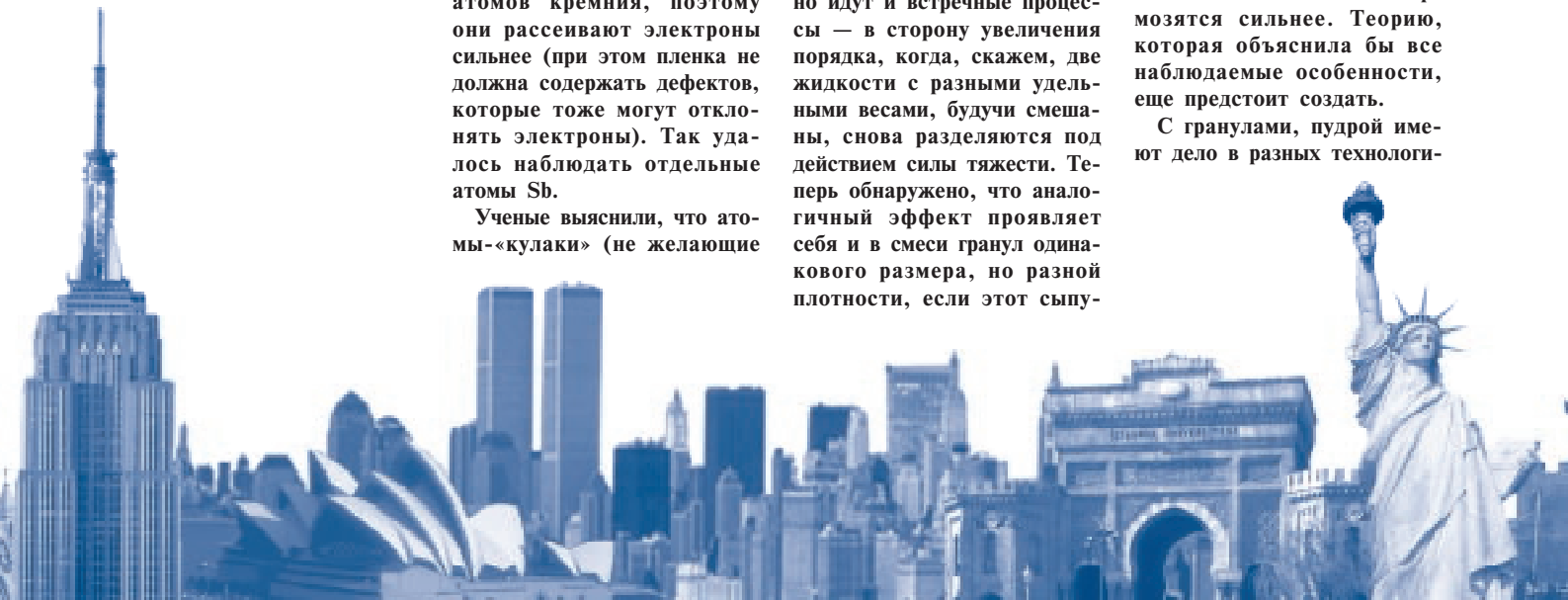
В природе, наряду с общей тенденцией увеличения хаоса, роста энтропии, локально идут и встречные процессы — в сторону увеличения порядка, когда, скажем, две жидкости с разными удельными весами, будучи смешаны, снова разделяются под действием силы тяжести. Теперь обнаружено, что аналогичный эффект проявляет себя и в смеси гранул одинакового размера, но разной плотности, если этот сыпу-

чий материал подвергнуть вибрации. (Ранее установили, что то же самое происходит с гранулами одинаковой плотности, но разного размера — после многократных вертикальных встряхиваний более крупные частицы оказывались наверху.)

Английские физики изучали поведение порошка из бронзовых и стеклянных частиц размером 90–120 мкм (в объемном соотношении один к трем) при вибрациях в вертикальном направлении с частотой 10–170 Гц. Они выяснили, что при низких частотах и достаточно большой амплитуде колебаний смесь четко разделялась, причем сверху располагались более тяжелые частицы (конечно, в жидкости картина обратная). При увеличении частоты вибрации возникали четко разграниченные три области — внизу и вверху слои из бронзовых частиц, а между ними слой стеклянных; границы областей, содержащих шарики одного типа, могут быть и более сложной формы. Вообще, вибрация способна породить разные узоры из сыпучих материалов — вспомним так называемые «фигуры Хладни», которые появляются в слое песка, насыпанного на поверхность колеблющейся пластины.

Важно, что при откачивании воздуха из емкости, в которой находится порошок, эффект пропадавал. Значит, ведущую роль в нем играет сопротивление воздуха — шарики одинаковых размеров и скоростей испытывают одинаковое сопротивление, но более легкие из них тормозятся сильнее. Теорию, которая объяснила бы все наблюдаемые особенности, еще предстоит создать.

С гранулами, пудрой имеют дело в разных технологи-





ческих процессах, и часто бывает нужно получить однородную смесь из нескольких компонентов. Теперь ясно, что вибрация может не содействовать, а препятствовать этому.

Кстати, в научных экспериментах, а также при создании особо чистых материалов нередко требуется, чтобы образец висел в воздухе (левитирует), причем устойчиво. Есть разные способы уравновесить силу тяжести — струей воздуха или жидкости, электрическими и магнитными полями, лазерными лучами. Наиболее прост акустический метод, который к тому же применим к непроводящим и немагнитным материалам. Ранее было доказано, что между звуковым излучателем (сиреной с частотой 3,3 кГц) и отражателем волн может левитировать капля жидкости и даже стальной шарик (теоретически такую возможность обосновал еще сорок лет назад советский физик Л.П.Горьков).

Теперь американские акустики научились с помощью стоячей ультразвуковой волны (частота 16,7 кГц) удерживать на весу тела, сделанные из еще более плотного материала, например шарик из вольфрама («*Appl. Phys. Lett.*», 2001, v.79, p.881).

## Ген за семью печатями

*E.Soutoglou, I.Talianidis, «Science», 2002, v.295, p.1901*

Хотя в любой клетке высшего организма содержатся гены, необходимые для функционирования всех его тканей, в каждой конкретной клетке должен считываться лишь ограниченный их набор. Как происходит выбор нужных? Для этого есть регуляторные участки ДНК (промоторы, содержащие блок нуклеотидов ТАТА) и узнающие их белки — они вступают с промотором в

контакт, после чего к ним присоединяются ферменты, необходимые для транскрипции гена, прежде всего РНК-полимераза.

Но так просто это выглядит у бактерий (которым тоже в каждый момент нужно считывать из всего генома только отдельные гены), а у эукариот дело осложняется тем, что ядерная ДНК у них не свободна — она входит в состав хроматина, то есть образует сложный комплекс с белками. Основной принцип его строения — нуклеосомная организация: ДНК последовательно накручена на множество белковых частиц-нуклеосом, делая на каждой полтора оборота (на одну частицу накручивается нить длиной 145 пар оснований). Получается как бы цепь бусин на нитке, которая скручивается в спираль, образуя волокно диаметром 30 нм, а оно снова сворачивается, формируя элемент хроматина следующего уровня.

Такой молекулярный комплекс может быть плотным и разрыхленным, и в ходе клеточного цикла он меняет свое состояние. Понятно, что для считывания гена содержащий его участок хромосомы нужно прежде всего разуплотнить. Для этого есть специальные ферменты, которые модифицируют входящие в него белки, — они производят ацетилирование, фосфорилирование, метилирование белка или же напрямую изменяют его конформацию за счет энергии АТФ.

Оказалось, что события, приводящие к транскрипции гена, могут развиваться по разным сценариям. Раньше на гене бета-интерферона человека было показано, что при заражении вирусной инфекцией в клетке появляется сигнал, который вызывает связывание белка-активатора со свободным от нуклеосом участком ДНК,

расположенным перед геном этого противовирусного белка. К нему «причаливает» фермент, ацетилирующий нуклеосомы, что, в свою очередь, приводит к связыванию белков, изменяющих конформацию хроматина за счет АТФ. В результате ТАТА-блок становится доступным для узнающего его белка.

Теперь греческие биохимики изучали экспрессию гена альфа-антитрипсина во время клеточной дифференцировки желудочно-кишечного тракта. Они обнаружили, что тут все происходит проще, поскольку белок, узнающий ТАТА-блок, и два основных фактора инициации транскрипции уже присоединены, то есть входят в структуру хроматина. Поэтому РНК-полимераза и другие необходимые для транскрипции белки могут сразу приступать к выполнению своей функции.

Значит, сама структура хроматина может в большей степени управлять считыванием тех или иных генов. Видимо, в момент митоза, когда весь хроматин разуплотнен, с ним в нужных местах связываются управляющие факторы, которые сохраняются при его конденсации. И такие локальные изменения его структуры служат как бы флажками, указывающими, где надо считывать гены, и облегчающими этот процесс. Изменение набора этих флажков в момент деления, возможно, приводит к дифференцировке клеток.

## Опиум для народа

*P.Petrovic et al., «Science», 2002, v.295, p.1737*

Как известно, в здоровом теле — здоровый дух. Но в той же мере верно и обратное утверждение — ведь высшие психические функции влияют на физиологию, с чем связаны, с одной стороны, психосоматические заболевания, а с другой — пси-

хотерапия, положительное действие плацебо (то есть биологически пассивного вещества, «пустышки»; плацебо по-латыни — «понравилось»).

Шведские и финские неврологи из Каролинского института Стокгольма изучали последствия введения пациентам обезболивающих средств (анальгетиков) — тех, что действуют не в месте возникновения болевых ощущений, а в ЦНС, изменяя процесс обработки сигналов, которые поступают в головной мозг. Это прежде всего анальгетики опиоидной группы (от греческого *opion* — «маковый сок») типа морфина, с которыми обычно связано такое отрицательное явление, как привыкание, наркозависимость. Медики давно подозревали, что прием плацебо изменяет состояние опиоидных рецепторов, поскольку при вводе соединений, блокирующих эти рецепторы, эффект плацебо пропадает, а на людей с большим числом таких рецепторов плацебо действует сильнее (наверно, наркоманы лучше поддаются внушению).

Ученые использовали позитронную эмиссионную томографию, чтобы следить за процессами в мозгу у ощущающих боль пациентов, которым внутривенно вводили либо анальгетик, либо плацебо (конечно, то и другое делали с серьезным видом врачи в белых халатах). Оказалось, что в обоих случаях картина изменяется сходно.

Значит, внушение, ауто-тренинг могут имитировать действие опия, и К.Маркс в своем известном высказывании о религии был не так далек от истины. Ну а в медицине давно считают аксиомой, что врач, общение с которым не приносит больному облегчения, профессионально непригоден. Кстати, филологи производят слово «врач» от глагола «врать», который в старину означал не «лгать», а «говорить», «заговаривать».

**Подготовил  
Л.Верховский**

# Хромосома X

## В четырех кругах незнания

П. Михайлов

*Открылась бездна, звезд полна:  
Звездам числа нет, бездне — дна.*  
М. Ломоносов

Мысль достаточно тривиальная: чем больше мы узнаем о предмете, тем больше проблем возникает и тем шире становится круг нашего незнания.

Когда мы не знали, что такое наследственность, круг нашего незнания об этом предмете был очень узок, и самой важной проблемой казалось — правы ли анималькулисты, которые считали, что в каждом сперматозоиде содержится маленький человечек, или овисты, которые помещали этого человечка в яйцеклетку. Круг нашего незнания значительно расширился, когда мы узнали, что наследственный материал находится в хромосомах. Еще шире он стал, когда оказалось, что хромосомы разные. Выделили группу аутосом — хромосом, которые присутствуют в клетках мужчин и женщин, и пару половых хромосом. У женщин эта пара представлена двумя хромосомами X, а у мужчин одна X, а другая Y.

Буквой X в математике обозначается неизвестная величина. Что же, X — самая неизвестная хромосома? Это как на нее посмотреть. Из всех хромосом человека и других животных она — самая изученная. И поэтому круг нашего незнания о ней наиболее широк. Вернее, их несколько, этих кругов.

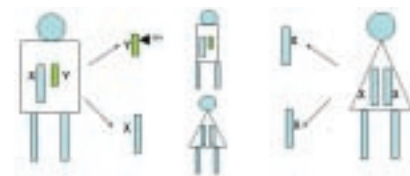
### Круг 1: определение пола

В школьном учебнике написано, что все клетки тела женщины имеют две X-хромосомы, а мужчины — одну X и одну Y. При образовании половых клеток парные хромосомы расходятся в разные клетки так, что каждая яйцеклетка получает по одной X-хромосоме. Среди сперматозоидов половина несет X-хромосому, половина — Y. В результате при оплодотворении получается половина девочек, XX, и половина мальчиков, XY.

Все это в учебнике написано правильно. Жалко только, что учебники у нас читать не принято. На этой на-



**1**  
**Определение пола.**  
*Все половые клетки самок содержат только X-хромосомы. У самцов половина половых клеток содержит X-хромосому, а половина — Y-хромосому, на которой находится ген-регулятор SRY. Именно он запускает дифференцировку XY эмбрионов по мужскому типу*



шей неграмотности и процветают шарлатаны, которые предсказывают пол будущего ребенка по датам рождения родителей и дате зачатия. За деньги, естественно.

Кабы не был я такой ленивый и советливый, я бы тоже предсказывал пол за деньги. Но я поступал бы честно и в случае неверного прогноза деньги бы возвращал. И уж точно ничего бы не вычислял. Я бы просто бросал монетку: орел — мальчик, решка — девочка. И все равно был бы в барыше, поскольку в 50% случаев мой прогноз бы сбывался. Можете считать эту публикацию заявкой на патент, и, если завтра я увижу в газете объявление, что кто-то предсказывает пол и в случае неправильного прогноза деньги возвращает, буду считать это хищением интеллектуальной собственности и стану судиться.

Итак, XX — девочка, XY — мальчик. А кем будет новорожденный с хромосомами ХХУ? Мальчиком. А с одной X без Y? Девочкой. Отсюда следует, что ключевую роль в определении пола играет Y-хромосома.

Ранние стадии эмбрионального развития XX- и XY-зародышей абсолютно идентичны. У тех и других в свое время образуются зачатки и мужского, и женского репродуктивного тракта, а зачатки половых желез — гонад и вовсе одинаковы. На определенном этапе эмбриогенеза у XY-зародышей недифференцированный зачаток гонад начинает развиваться по мужскому типу. После этого мужские гонады выделяют два гормона: один стимулирует развитие

мужского полового тракта, другой — инволюцию женского. Иными словами, чтобы получить мальчика, надо кое-что сделать. Если не делать ничего — получится девочка.

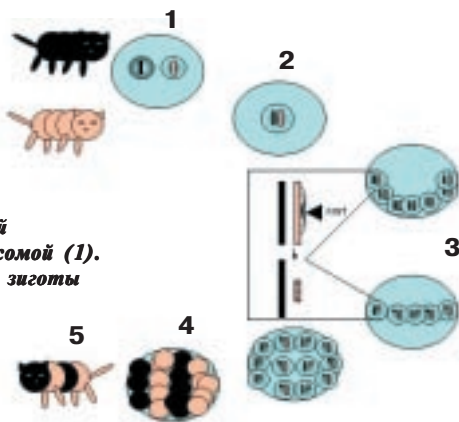
Ген (или гены), которые делают это кое-что — запускают дифференцировку гонад по мужскому типу со всеми вытекающими последствиями, — находятся в Y-хромосоме. В редких случаях этот ген перемещается с Y на X, и тогда мы получаем XX особей мужского пола и соответственно XY особей женского пола.

Этот ген SRY (Sex reversal Y) сейчас выделен и расшифрован (рис. 1). Его роль в детерминации мужского пола была показана в прямом опыте. ДНК этого гена ввели в оплодотворенную XX-яйцеклетку мыши и получили XX-самца.

Итак, мы теперь имеем в руках ген мужского пола и знаем, что он работает. Мы также знаем, где, когда и как долго он работает. Где? В зачатке еще не дифференцированных по полу половых желез. Когда? Когда зачаток уже есть, но еще не дифференцирован. Как долго? У мыши день-полтора. Когда дифференцировка гонады завершается, он уже не нужен. Что он делает? Синтезирует белок, который связывается с другим геном, находящимся в девятой хромосоме человека, и активирует его к производству белка, который в свою очередь или непосредственно запускает дифференцировку гонад по мужскому типу, или опять же связывается с третьим геном, который неизвестно где находится и что дела-

2

**Инактивация X-хромосомы в соматических клетках самок.** При скрещивании черного кота с рыжей кошкой образуется зародышевая клетка — зигота, которая содержит отцовский пронуклеус с «черной» X-хромосомой и материнский с «рыжей» X-хромосомой (1). Пронуклеусы сливаются (2), и ядро зиготы начинает делиться. На стадии дифференцировки в каждой пигментной клетке одна из двух X-хромосом начинает синтезировать молекулы РНК под названием *XIST*, которая инактивирует эту хромосому (3). Та же хромосома будет неактивной и в дочерних клетках (4). Клетки, в которых остается активной материнская «рыжая» X-хромосома, синтезируют желтый пигмент, а те, в которых активна отцовская «черная», — черный (4). В результате все дочери черного кота и рыжей кошки получаются черепаховыми (5)



## Круг 2: компенсация дозы

X-хромосома млекопитающих содержит 5% от общего числа генов, а Y — такую малость, что и говорить не о чем. Но тогда получается, что у всякой женщины на 5% больше генов, чем у любого сколь угодно красивого и умного мужчины. Обидно и несправедливо. Тем более что это касается не только мужчин и женщин, но также самок и самцов всего того множества видов, которые практикуют XX/XУ системе определения пола. (Бывают и иные системы, но это — отдельный и необъятный круг незнания.)

Есть несколько способов преодоления этого дисбаланса, или компенсации избыточной дозы генов у самок. У самцов насекомая единственная X-хромосома работает вдвое активнее, на уровне двух X-хромосом насекомых-самок. У гермафродитов нематод, выполняющих самоочи функции, каждая из двух X-хромосом работает вполсилы по сравнению с единственной X-хромосомой самцов.

Млекопитающие выбрали третий путь. В каждой клетке организма самки работает только одна X-хромосома, а вторая молчит: она практически полностью инактивирована и очень плотно упакована.

Инактивация происходит довольно рано в ходе эмбрионального развития. На самых ранних стадиях работают обе X-хромосомы. Затем часть клеток специализируется на выполнении питательной функции. (Позднее эти клетки войдут в состав плаценты.) И в этих клетках необратимо «выходит из игры» — инактивируется одна из X-хромосом, и именно та, что была получена от отца. Остальные клетки некоторое время остаются неспециализированными и при этом пользуются услугами обеих X-хромосом. Они называются клетками внутренней массы эмбриона, и далее, в результате процесса дифференцировки, из них формируется собственно эмбри-



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

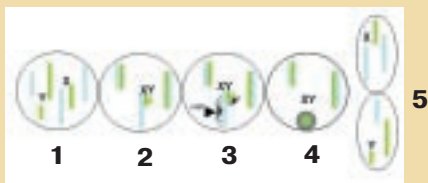
он. Этот процесс как раз и сопровождается выключением одной из X-хромосом. Однако выбор хромосомы, подлежащей инактивации, происходит случайно: в одной клетке инактивируется отцовская X-хромосома, в другой — материнская. (Так этот процесс идет у всех млекопитающих, включая человека и исключая сумчатых. У сумчатых во всех клетках инактивируется X-хромосома, полученная от отца. Не спрашивайте меня почему. Так получилось.) При этом единожды сделанный выбор не пересматривается. Если в некоей клетке-предшественнице отключилась материнская X-хромосома, то во всех дочерних, внучатых и т. д. клетках она же останется выключенной.

Рассмотрим этот процесс на кошках. Ген рыжей окраски находится у них в X-хромосоме. Если мы скрестим рыжую кошку с черным котом, то все их сыновья будут рыжими (X от матери, Y от отца), а дочери — черепаховыми. В момент дифференцировки пигментных клеток у самок-эмбрионов в одних клетках инактивируется отцовская X-хромосома с черным геном, а в других материнская с рыжим геном. И те и другие производят клоны клеток, в которых сохраняется и воспроизводится неактивное состояние соответствующих X-хромосом. Поскольку дочерние клетки обычно располагаются рядом, то мы и видим на шкурке у черепаховых кошек рыжие и черные пятна. В первых инактивирована X-хромосома с черным геном, во вторых — с рыжим (рис. 2).

Я уже сказал, что инактивированное состояние сохраняется стабильно в ряду клеточных поколений во всех клетках тела. Половые клетки — исключение из этого правила. В их предшественниках инактивация происходит, но при образовании самих половых клеток молчавшая несколько клеточных поколений X-хромосома реактивируется. Это у самок. У самцов, наоборот, инактивируется единственная X-хромосома. Но об этом мы поговорим подробнее в третьем круге, а пока вернемся к нашим самкам.

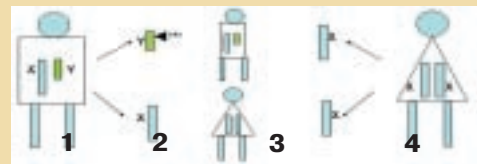
ет. Но в итоге мы имеем вместо простой и ясной картинке из школьного учебника что-то вроде дома, который построил Джек.

Из этого, однако, не следует, что традиционная наука зашла в тупик и требуются нетрадиционные подходы и идеи. Наука делает свое дело — расширяет круг незнания. А нетрадиционных идей не требуется. У нас в институте хранятся мешки писем с нетрадиционными методами регуляции пола: например, предлагают ставить кровать по компасу, и если делать ребенка, лежа головой к северу, то будет мальчик, а если ногами к востоку, то девочка. Но самое сильное впечатление на меня произвела присланная в институт рукопись книги «Супружество и пол потомства» объемом в 500 машинописных страниц. Начинаясь книга эпически: «Процесс оплодотворения у человека заинтересовал меня в 1916 году. Я изучала его методом самонаблюдений и опроса знакомых женщин, и к 1956 году этот процесс для меня стал окончательно ясен». Далее подробно и в деталях излагаются самонаблюдения и рассказы знакомых женщин, а потом следует теоретический вывод: если мужчина закругляется (терминология автора рукописи) раньше женщины, то девочка, если одновременно или после — мальчик. Одна старенькая профессорша, прочитав эту книгу, сказала печально: «Глупости, если бы так было, так мальчики бы вовсе не рождались». И я скажу, глупости. Не надо изобретать новых теорий определения пола потомства. Со старыми бы разобраться.



3

**Инактивация X-хромосомы в половых клетках самцов.** В клетке перед мейотическим делением (1) зеленым показаны хромосомы, полученные мужчиной от отца, а серым — полученные от матери. Происходит спаривание гомологичных аутосом и общих участков X- и Y-хромосомы (2); XIST, а затем белки маскируют неспаренные участки (3); XY-пара превращается в половой пузырьшек на периферии клетки (4); клетка делится, и в каждой дочерней клетке оказывается или X- или Y-хромосома (5)



4

**Эволюция половых хромосом.** Наши предки имели недифференцированные половые хромосомы (1). Затем на одной из них возник ген-регулятор мужского пола — SRY (2). Для того, чтобы предотвратить перенос этого гена с Y-хромосомы на X, возник запрет на спаривание между большими частями этих хромосом (3). Часть Y-хромосомы, исключенная из спаривания, постепенно деградировала (4).

До сих пор мы находились в пределе круга знаний школьного учебника. А сейчас вступаем на круги неведения.

Оказывается, клетки умеют считать свои X-хромосомы. Посчитав, они поступают по правилу: только одна X-хромосома должна быть активна в диплоидной клетке (имеющей нормальный двойной набор аутосом). Все, что сверх этого, — должно быть инактивировано. То есть если клетка диплоидная, но имеет четыре X-хромосомы, то три из них молчат. Если же клетка тетраплоидная (четверной набор аутосом) и те же четыре X-хромосомы, то две молчат, две работают. Как клетки производят эту калькуляцию — никто не знает, хотя это очень любопытно. Ни одна из аутосом на такое не способна. Может быть, клетка учитывает объем ядра, который пропорционален плоидности?

Следующий вопрос: что-то (так и хочется сказать: кто-то) заставляет одну из X-хромосом инактивироваться или она это делает сама и добровольно? Пока неясно. Мы можем подозревать, что сигнал приходит извне от загадочного счетного устройства. Далее опять пробел в наших знаниях, заполненный самыми правдоподобными фантазиями, которые ограничены (наконец-то!) некоторыми фактами. На X-хромосоме существует ген, который активно работает на инактивированной X-хромосоме. Продуктами данного гена являются очень большие молекулы специфической РНК, названной XIST — X-inactive specific transcript. Эти молекулы не используются в качестве матриц для синтеза белков, а работают сами по себе. Они, несомненно, принимают участие в установлении неактивного состояния, так как X-хромосома, у которой отсутствует район гена XIST, никогда не инактивируется. Если же ген XIST искусственно перенести на аутосому, то она инактивируется. Ген XIST был выделен и проанализирован. Его активные участки оказались очень сходными у человека, мыши и других млекопитающих.

XIST действует только на ту хромосому, которая его произвела, а не

инактивирует все подряд. Создается впечатление, что молекулы XIST действуют строго локально, как бы расползаясь вдоль по хромосоме от места синтеза. Молекулы XIST окутывают X-хромосому, словно кокон и очень хочется написать — тем самым выключают ее из активной работы. Но увы. Строгих доказательств тому нет, а даже наоборот. Существуют данные, что удаление района гена XIST из уже инактивированной X-хромосомы не приводит к восстановлению ее активного состояния. А как же тогда происходит поддержание неактивного состояния X-хромосомы в ряду клеточных поколений, при чем тут XIST? Видимо, в момент установления инактивированного статуса, активный ген XIST жизненно необходим, а потом в нормальных инактивированных X-хромосомах XIST синтезируется постоянно. Зачем? Кто его знает. Наверное, на всякий случай.

Я все время говорил, что одна из X-хромосом у самок инактивируется. Но до сих пор умалчивал о том, что инактивация никогда не бывает полной. Ряд генов неактивной X-хромосомы ускользает от инактивации. Понятно, почему (но непонятно как) избегает инактивации район спаривания с Y-хромосомой. Дело в том, что в данном районе находятся гены, присутствующие и на X- и на Y-хромосомах: то есть и у XY-самцов таких генов по паре, и у XX-самок их столько же — этим генам не нужна компенсация дозы. Но откуда механизм X-инактивации знает, что их трогать не надо, — остается загадкой.

И уж, казалось бы, совсем незачем инактивировать единственную X-хромосому у самцов. Тем не менее это регулярно происходит. Но тут начинается уже третий круг неведения.

### Круг 3: X-хромосома у самцов

Инактивация единственной X-хромосомы у самцов происходит в предшественниках сперматозоидов. Они, клетки-предшественники, как и все

клетки тела самцов, содержат двойной (диплоидный) набор аутосом и пару половых хромосом X и Y. В сперматозоидах же (как и в яйцеклетках) количество хромосом должно быть вдвое меньше — каждая хромосома в одном экземпляре. Тогда после оплодотворения двойной набор восстановится, и все начнется сначала. Как верно говорил В.И. Ленин, обращаясь не то к меньшевикам, не то к ликвидаторам, а может, и к отзовистам: «Прежде чем объединиться, необходимо размежеваться».

Процесс клеточного деления, при котором происходит редукция числа хромосом в половых клетках, называется мейозом. И в ходе этого процесса хромосомам, прежде чем размежеваться, приходится объединиться. На начальных стадиях мейоза каждая хромосома находит свою пару (не спрашивайте меня, как она это делает — это отдельная и преобширнейшая область неведения) и сливается с ней по всей длине. При этом хромосомы могут обмениваться участками. Когда спариваются две X-хромосомы в мейозе у самок, проблем не возникает. Хотя нет, проблема возникает, но заблаговременно устраняется. Проблема в том, что до вступления в мейоз одна из X-хромосом находится в инактивированном и, следовательно, в плотно упакованном состоянии. Ее ДНК закрыта не только для транскрипции (синтеза РНК), но и для узнавания своей активной парой. Поэтому, а вернее, для этого она реактивируется непосредственно перед вступлением в мейоз (Понятно для чего, но непонятно как.)

У самцов в мейозе проблема прямо противоположного свойства (рис. 3). X-хромосома одна и Y — одна, и они должны объединиться, чтобы потом размежеваться. А у них всего-то и общего друг с другом, что небольшой район спаривания. По сходству этих районов они друг друга и опознают, и в этом районе (простите за тавтологию) спариваются и обмениваются участками.

А что же те части, которые различ-

ны у X- и Y-хромосом? Они остаются неспаренными. И, надо вам сказать, в половых клетках на этой стадии действует суровый закон – клетки, содержащие неспаренные хромосомы, на следующую стадию не пропускаются и подлежат уничтожению. Как тогда быть с неспаренными частями X- и Y-хромосом? Правильно, надо их упаковать так, чтобы не нашли клеточные контролеры, то есть — инактивировать. Благо механизм такой инактивации уже есть и успешно используется в клетках тела самок — XIST. Так оно и происходит, и XIST действительно принимает в этом участие. В мужском мейозе молекулы XIST плотно окутывают X- и Y-хромосомы и делают их недоступными для контролеров неспаренности. Но можно ли сказать, что самцы используют механизм, открытый самками? Нет, нельзя.

Теперь мы должны войти в четвертый круг и поговорить о том, как много мы не знаем об эволюции половых хромосом.

#### Круг 4: Эволюция половых хромосом

Когда-то давным-давно во времена динозавров у наших очень далеких предков X- и Y-хромосомы были одинаковыми. Отличия заключались в том, что Y несла ген мужского пола, а X — нет. Они до сих пор остались почти одинаковыми у однопроходных млекопитающих — ехидны и утконоса. У сумчатых и плацентарных млекопитающих X- и Y-хромосомы далеко и безнадежно разошлись.

Как и почему это произошло, мы не знаем и не узнаем уже никогда. Можем только строить гипотезы. Вот этим-то мы с вами сейчас и займемся. Итак, на Y-хромосоме находились гены детерминации мужского пола. Для того чтобы соблюдалось стабильное соотношение полов 1:1 (почему нужно именно 1:1 — это отдельная история), они должны были находиться там постоянно, а не скакать с Y на X и обратно. Наиболее простой способ предотвратить эти переходы — не давать спариваться в мейозе той части прото-Y-хромосомы, где были гены мужского пола, с той частью прото-X-хромосомы, где таких генов не было (рис. 4). Если они не спариваются, то не могут обмениваться участками. Но неспаренные участки следовало спрятать от контролеров спаренности. Здесь-то и мог возникнуть и зафиксироваться механизм временной упаковки половых хромосом. Уже потом, гораздо позже, этот

механизм пригодился для постоянной инактивации избыточной дозы X-хромосомных генов у самок.

Но как только прекратился обмен генами между X- и Y-хромосомами, Y-хромосома начала катастрофически деградировать, теряя активные гены и становиться все более отличной от X. Почему прекращение обмена вызвало деградацию? Дело в том, что спаривание парных хромосом выполняет очень важную функцию сверки генного состава. Вновь возникающие дефекты при этом быстро и эффективно устраняются (как это происходит — еще один, и очень широкий, круг незнания). Прекращение спаривания делает очистку от дефектов невозможной. Дефекты накапливаются, гены разрушаются, хромосома деградирует. Это процесс был воспроизведен в прямом эксперименте. В одну из аутосом дрософилы ввели генетический фактор, который блокировал ее спаривание в мейозе. За считанные поколения эта хромосома деградировала. Можно предположить, что Y-хромосома после частичного развода с X прошла именно этот путь. Гены, необходимые для детерминации мужского пола, поддерживались в рабочем состоянии естественным отбором, все прочие гены накапливали дефекты и постепенно деградировали. С X-хромосомами этого не произошло. Встречаясь при очередной смене поколений в клетках женщины, они спаривались друг с другом, сверяли свой генный состав и тем самым поддерживали все гены в рабочем состоянии.

Но X-хромосоме тоже пришлось платить за развод с Y-хромосомой. Утрата активных генов на Y и возникновение дисбаланса между дозой генов у самцов и самок привели к необходимости компенсации избыточной дозы генов X-хромосомы у самок. Для решения этой проблемы, по-видимому, и был использован ранее открытый самцами механизм.

Это в свою очередь наложило жесткий запрет на любые переходы генов с аутосом на половые хромосомы и обратно. Действительно, многие —

если не все — аутосомные гены привыкли работать в паре, поэтому отключение одного из членов пары в X-хромосоме имело бы роковые последствия для носителей такой генной комбинации. К неблагоприятным последствиям может привести и перенос генов с X-хромосомы на аутосому: такие гены не будут инактивироваться и вместо предусмотренной одной копии генов в клетках самок будут работать обе копии.

В результате генный состав X-хромосом у плацентарных млекопитающих законсервировался. Все они имеют практически одинаковые по набору генов X-хромосомы, в то время как их аутосомы претерпели значительные изменения в ходе эволюции.

Эволюция половых хромосом, таким образом, была сопряжена с паллиативными решениями возникающих проблем и противоречий. Эти решения создавали новые проблемы, которые тоже решались паллиативно, и так до бесконечности. Нашему творческому уму такой процесс кажется абсолютно бессмысленным и нецелесообразным. Результаты, достигнутые в ходе этого процесса (механизмы определения пола, дозовой компенсации, характер поведения хромосом в мужском и женском мейозе), также представляются неоправданно усложненными и нецелесообразными. Если взяться с умом и четко сформулировать цель, все это можно было бы организовать гораздо проще, надежней и экономичней. Но в том-то все и дело, что эволюция ни в коем случае не есть целенаправленный процесс. Эволюции в самом существе своем — это постоянный поиск мелких решений сиюминутных задач. Чаще всего решения находят не самые лучшие из возможных. Более того, они порождают новые проблемы, которые требуют решений. И эти решения опять же оказываются паллиативами — и так до бесконечности.

А нам остается восхитительная задача: распутывать эти нескончаемые клубки проблем, все более и более расширяя круги нашего незнания.



#### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ



# Как кожа заботится об организме

## Есть контакт

Опасные химические вещества окружают нас повсюду, а между тем человек редко обращает на них внимание: ведь его тело с головы до пят покрыто кожей. Этот важный орган прекрасно справляется со своей защитной функцией, и исследователям конечно же интересно, как ему удастся создавать барьер между окружающей средой и живыми клетками органов и тканей.

Напомним, что кожный покров состоит в основном из трех слоев. Верхний — это условно мертвые клетки: обезвоженные, они тем не менее дышат, в них функционируют некоторые ферменты. В клетки верхнего слоя превращаются с течением времени живые клетки эпидермиса, которые лежат ниже. А глубже всех находится дерма — базовый слой, пронизанный микрососудами и капиллярами.

Процесс воздействия веществ на кожу схематически представлен на рис. 1. Под «химикатами из окружающей среды» каждый читатель может понимать то, что попадает на его руки чаще всего: автолюбители — бензин и масла, домохозяйки — моющие средства, садоводы — удобрения и пестициды.

## Ступенчатая защита

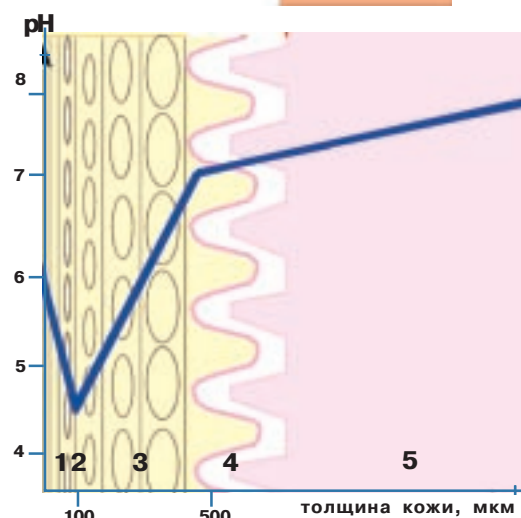
Химические компоненты, контактирующие с кожей, в первую очередь воздействуют на ороговевшие кожные чешуйки, у которых есть своя функция: они закрывают проходы в межклеточное пространство. Не всякому веществу, адсорбированному на них, удастся преодолеть это препятствие, тем более что сразу под верхним слоем кожи находится эффективный барьер, мешающий проникновению воды (а значит, и растворенных в ней веществ) в тело. Это межклеточный слой жироподобных соединений — липидов, толщиной примерно 0,02 микрона.

Наличие такого барьера подтверждают измерения pH кожи: в процессе

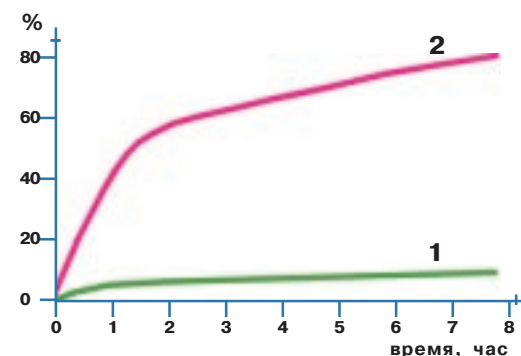


погружения в нее электрода этот показатель меняется очень существенно. Если на поверхности значение pH близко к 6,0 (слабо кислая среда), то на границе с эпидермисом оно снижается до 4,5 (рис. 2), потому что в составе липидов есть остатки жирных кислот. Если же погрузить электрод еще глубже, реакция среды вновь становится близкой к нейтральной: pH достигает величин 7–7,5. Такова особенность нормальной кожи, хотя вообще-то ее pH — очень нестабильный и чувствительный параметр: он меняется от механического воздействия, влажности воздуха или облучения кожи ультрафиолетом.

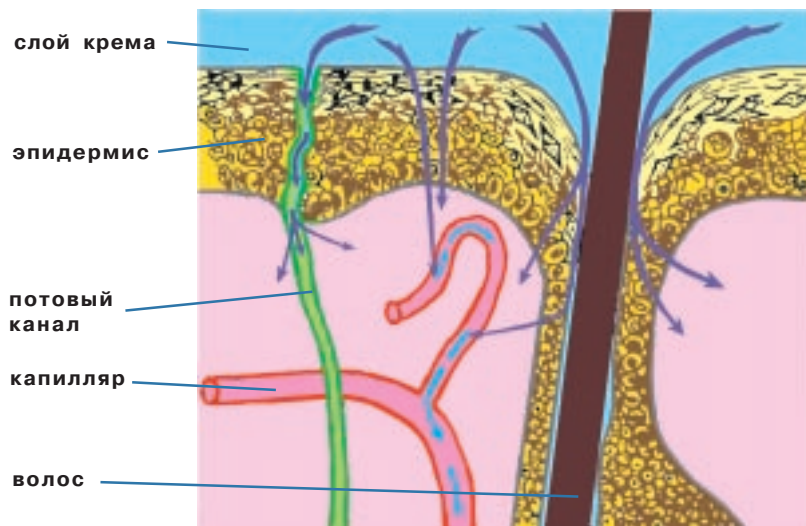
А то, что именно липиды препятствуют проникновению воды внутрь, можно подтвердить экспериментально. Для этого на поверхность нормальной кожи наносят водный раствор иодистого натрия, в состав которого входит радиоактивный изотоп  $I^{131}$ . За проникновением ионов иода (а значит, и молекул воды) в глубь эпидермиса можно следить с помощью микродозиметра. Если обработать один участок поверхности тела эфиром, в котором липиды хорошо растворяются, а другой оставить нетронутым, то видно, что изотоп иода проникает в толщу кожи на этих участках с разной скоростью (рис. 3). Обезжиренная кожа через час впитывает в себя до 40% растворенного изотопа, а через шесть часов — 80%, в то время как даже за восемь часов сквозь необработанную поверхность ионы иода, а следовательно, и молекулы воды в эпидермис практически не проникнут.



**2**  
**Изменение значения pH по толщине кожи:**  
1) верхний слой; 2) барьерная зона; 3) эпидермис; 4) кровеносные сосуды; 5) дермис



**3**  
**Изменение содержания ионов иода в эпидермисе:**  
1) нормальная кожа; 2) кожа, обезжиренная эфиром



**4**  
**Схема прохождения химических веществ через кожу (на примере компонентов крема)**



## ЗДОРОВЬЕ

В общем, слой межклеточных липидов — препятствие действительно серьезное. Однако если он нарушен, то любой химикат может проникнуть сквозь наружные чешуйки и заполнить поры в межклеточном пространстве эпидермиса, используя в том числе и обходные пути — волосяные фолликулы, протоки потовых и сальных желез (рис. 4).

Что же происходит, когда «химикату из окружающей среды» удалось преодолеть первое препятствие?

Вещества, воздействующие на кожу, можно разделить на гидрофильные, которые менее опасны для нее, и гидрофобные — они проникают через кожу лучше, так как преодолевают липидный барьер без особых проблем.

Гидрофильные вещества, проникшие в глубокие слои эпидермиса и достигшие кровеносных сосудов дермы, обычно выводятся из организма с мочой через почки. Сама кожа в их обезвреживании почти не участвует, если, конечно, эти вещества не относятся к химически агрессивным: сильные кислоты или щелочи, как известно, вызывают ожоги любых тканей, и первой от них страдает кожа, защищая лежащие под ней слои.

Если же мы имеем дело с менее едким веществом, то за его судьбой в толще кожи можно проследить. В качестве примера возьмем нитроглицерин — действующую основу специального лечебного пластыря. Когда это вещество помечено изотопом  $C^{14}$ , его с легкостью выявляют в различных биологических жидкостях. Наложив пластырь на кожу и сделав затем анализы крови и мочи, удалось установить, что в плазму крови попадает примерно 87% изотопа, а с мочой выводится около 82%. Из этого следует, что клетки кожи перерабатывают только 10–15%

лекарственного препарата, а в кровяном русле вступает в метаболизм не более 5% вещества.

Много это или мало — 10–15%? Если конечные продукты метаболизма идут на обновление структур клеток или, по крайней мере, нетоксичны, то все в порядке. А вот когда в коже «застревает» 10–15%, скажем, ядохимиката, это может сказаться на ней не лучшим образом: если вещество или продукты его метаболизма токсичны, раздражают, а то и язв не избежать.

Однако гидрофильные вещества — это еще полбеды. Мало того что гидрофобные соединения без труда преодолевают липидный барьер, так еще и борются с агрессивными молекулами приходится в основном нашему покровному органу. Главную роль играют здесь ферменты — монооксигеназы, содержащиеся в эпидермисе. Они пытаются окислить непрошенных гостей так, чтобы у молекул появились гидроксильные группы и они стали гидрофильными.

Если это не удастся, то в результате метаболизма с этими веществами протекает ряд реакций с образованием азот- или серосодержащих соединений. Многие химические продукты, например пестициды, накапливаются при этом в коже и могут стать потенциальными источниками ее разрушения, аллергии и других патологий.

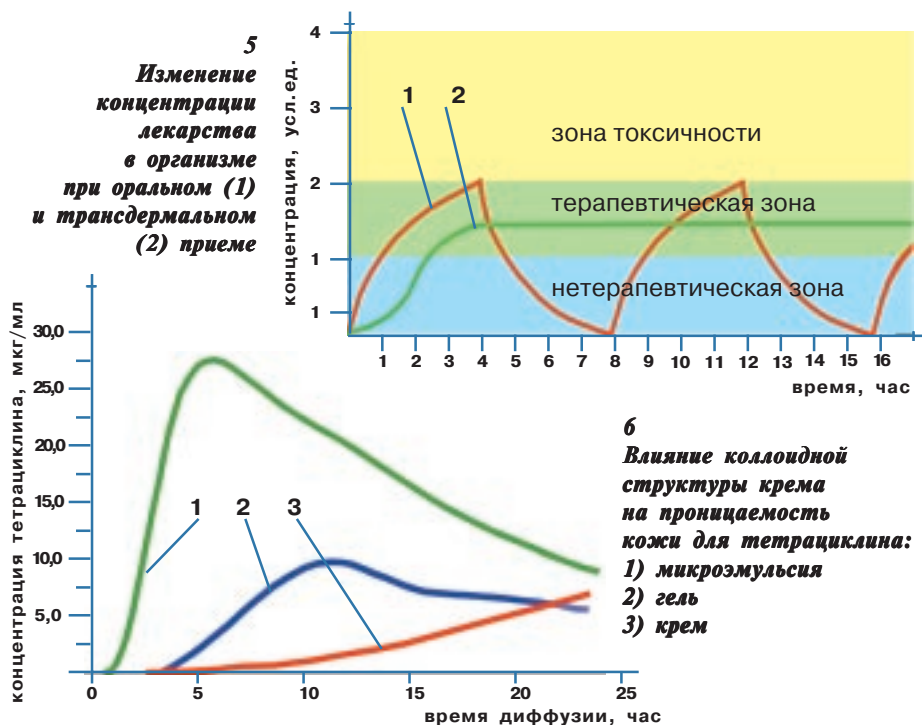
### Преимущества трансдермальной терапии

Эксперименты, которые позволили разобраться в механизмах, обеспечивающих защитную функцию кожи, привели к созданию нового направления в способах приема лекарств — трансдермальной терапии.

Раньше лекарства наносили на кожу в основном для того, чтобы лечить ее самое (например, при экземах), но позднее стало понятно: кожный покров — прекрасный путь доставки многих лекарственных веществ. Особенно он эффективен, когда требуется создать их высокую концентрацию в какой-то конкретной зоне, например при болях в суставах, пораженных артритом. Кроме того, при введении через кожу лекарство не раздражает пищеварительный тракт, а значит, снижается риск появления внутренних кровотечений. Более того, иногда при новом способе доставки веществ удается обойти даже печень, что тоже немало важно: орган, одна из главных задач которого состоит в детоксикации организма, при оральном введении разрушает некоторые лечебные компоненты так быстро, что по адресу они почти не попадают.

Первые промышленные трансдермальные лекарства появились в конце 70-х годов. Они служили для предупреждения инфаркта, и делали их как раз на основе нитроглицерина, скорость выделения которого через мембрану с мелкими отверстиями (0,2–0,5 микрон) удавалось контролировать. Подобные пластыри оказались удобными для пациентов: нитроглицерин в таблетках часто вызывает нежелательные побочные эффекты, поэтому его принимают с большой осторожностью даже те, кому он действительно необходим. Более того, при новом способе введения правильно дозировать этот препарат оказалось проще.

При традиционном оральном введении концентрация лекарства в плазме крови больного меняется от максимума вскоре после приема таблетки, до значений, близких к нулю перед следующим приемом (рис. 5). Применяя лекарственный пластырь, побочных скачков можно избежать: поскольку вещество поступает в кровь постепенно, его концентрация в кровяном русле всегда остается в заданной терапевтической зоне. Передозировки или падения концентрации до слишком низкого уровня не происходит.



## Лекарство, похожее на крем

Что и говорить, лечебный пластырь — вещь удобная. Однако для большинства лекарств, как и для других веществ, кожа — барьер почти непреодолимый. Лишь природные алкалоиды, такие, как никотин, почти не замечают его и беспрепятственно всасываются через кожу в кровь (кстати, именно на этом эффекте основано действие знаменитого антитабачного пластыря, который многим помог бросить курить). Чтобы ввести таким способом вещество другой природы, приходится проявить изобретательность — не случайно трансдермальные лекарства по своей консистенции, а во многом и по составу похожи на косметические кремы. Ведь и те и другие разрабатывают специалисты, хорошо изучившие особенности кожи.

В зависимости от того, какие именно вещества предлагают коже и от того, какой ткани они адресованы, лекарственные компоненты «упаковывают» немного по-разному. Тем не менее практически все кремы представляют собой эмульсии одного из двух типов: масла в воде или воды в масле. А чтобы они не расслаивались, в рецептуру включают поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Впрочем, у ПАВ в качестве составляющих крема есть и другая функция: они воздействуют на проницаемость клеточных мембран и, следовательно, влияют на дыхание и питание клеток. Кроме того, присутствие ПАВ уменьшает поверхностное натяжение воды в коже, что позволяет водора-

створимым компонентам крема лучше проникать к живым клеткам эпидермиса и взаимодействовать со структурами, участвующими в регуляции синтеза внутриклеточных и межклеточных липидов.

Существует множество поверхностно-активных веществ, и все они ведут себя в составе эмульсии несколько по-разному, особенно в сочетании друг с другом. Эта особенность ПАВ позволяет подбирать варианты, которые способны обеспечить оптимальный перенос лекарств. Примером, на котором хорошо видно, как соотношение между двумя ПАВ в рецептуре влияет на процесс диффузии в коже, может служить перенос в ее глубокие слои известного антибиотика тетрациклина (рис.6). Он обладает флуоресцентными свойствами, и за проникновением вещества вглубь наблюдают по интенсивности свечения различных слоев кожи в ультрафиолетовом свете.

Изменяя соотношение между двумя эмульгаторами, на основе масла и воды готовят композиции с различными коллоидными структурами. В зависимости от размера частиц эмульсии такие композиции условно называют кремом (средний размер частиц около 100 мкм), гелем (10 мкм) или микроэмульсией (0,1 мкм). Результаты исследований, представленные на рис.6, убедительно показывают, что чем мельче частицы в составе косметического или лечебного крема, тем лучше проникают они в глубокие слои кожи и тем эффективнее перенос лекарства.

Последним научным достижением по

доставке полезных компонентов крема и лекарств через все кожные барьеры стала упаковка их в липосомы (см. «Химию и жизнь», 1999, № 1), которые часто действуют не только как носители, но и как активные ингредиенты. Эти крохотные шарики состоят из молекул, ориентированных своими полярными «головками» в водную среду, а нейтральными «хвостами» к жирорастворимым веществам или друг к другу. Благодаря такой особенности молекул с помощью липосом удобно эмульгировать нерастворимые в воде компоненты крема без применения других органических веществ и при необходимости капсулировать водорастворимые лекарства и увлажнители.

Сами липосомы можно разделить на три основные группы: в первую входят липосомы, состоящие из фосфолипидов (например, фосфолипидов сои или яичного желтка), во вторую — катионные липосомы, образованные молекулами длинноцепочечных алифатических аминов ( $C_{12} - C_{22}$ ), содержащих две или три гидроксильные группы. К третьей группе относят неионные липосомы (ниосомы) — чаще всего это продукты взаимодействия неионных ПАВ (например, несущих полиоксиэтиленовые цепи) с холестеролом. Так что у производителей кремов имеется богатый выбор «упаковочного материала» для лекарств, витаминов, масел и водных экстрактов, которые требуется доставить в глубокие слои кожи или даже сквозь нее.

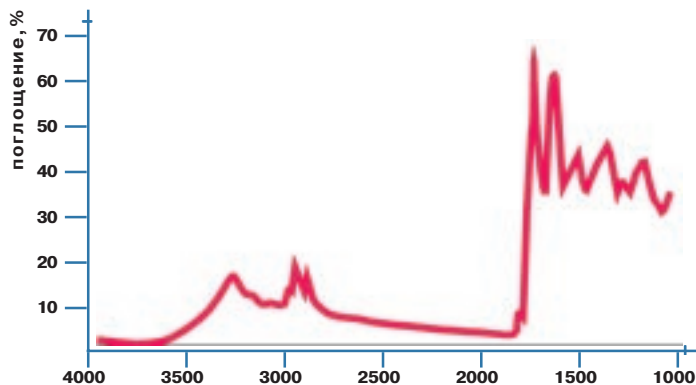
## Бег с препятствиями

Когда вещества лечебного пластыря или крема контактируют с живыми клетками эпидермиса, они запускают сразу несколько различных процессов. В частности, густой крем или мазь закупоривает поры, затрудняя воздушное дыхание клеток, и тогда они начинают потреблять энергию в анаэробном режиме. Это способствует накоплению в клетках молочной кислоты (как в мышцах бегуна на длинной дистанции), а ее избыток, в свою очередь, смещает внутриклеточный pH в сторону более низких значений. При снижении pH ионные насосы в мембране клеток активизируются, а значит, усиливается приток к этим клеткам новых питательных веществ, причем как изнутри, так и снаружи. В результате клетки становятся способными усваивать компоненты крема или лекарства.

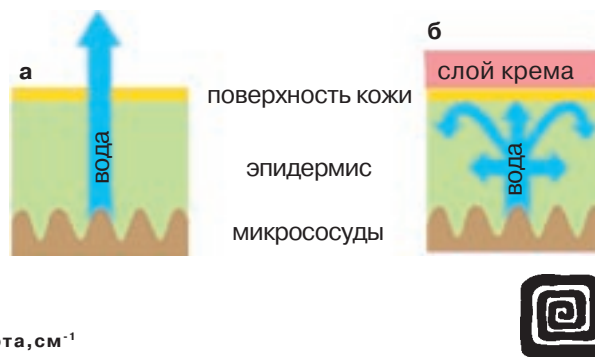
Процесс будет протекать более эффективно, если кожа хорошо ув-



8  
**Инфракрасный спектр  
кожи человека**



7  
**Схема распределения потоков воды в коже: а) открытый участок б) участок, покрытый слоем крема**



**ЗДОРОВЬЕ**

лажена, или, как говорят специалисты, гидратирована. Слой крем или пластырь решают и эту проблему — ведь они изменяют процесс испарения воды с поверхности тела (рис. 7). Скорость выделения пота уменьшается, и собравшиеся в капиллярах капельки распределяются в межклеточном пространстве эпидермиса.

С токсикологической точки зрения это, правда, не особенно хорошо, зато компоненты крема начинают активнее проникать в толщу кожи. Пока относительная влажность кожи невысока, вода сорбируется в областях, где больше полярных функциональных групп (например, пептидных), а при более высокой влажности она образует тонкие пленки и включается в виде кластеров в белковые структуры. При избытке межклеточной влаги вода проникает сквозь оболочку клетки внутрь (осмотический эффект), клетка расширяется и продолжает увеличиваться в объеме до тех пор, пока снова не наступит равновесие между давлением изнутри и снаружи. Степень набухания клетки зависит от способности содержащихся в ней веществ адсорбировать воду, а также от эластичности оболочки. Гидратация кожи создает благоприятные условия для доставки к живым клеткам лекарств и питательных веществ извне.

Кэффициент диффузии веществ в гидратированной коже больше, чем в сухой, а следовательно, выше скорость прохождения сквозь покровы компонентов крема и лекарств.

Барьерный слой кожи представляет собой двухфазную систему, состоящую из гидратированного слоя и лежащего под ним слоя липидов. При этом неполярные компоненты крема (масла и некоторые витамины) растворяются в неполярной липидной матрице и диффундируют в ней. Полярные вещества (вода, гликоли) про-

ходят через водные слои, но диффузия водорастворимых веществ сильно затруднена. Ведь свободной воды в коже практически нет, она включена, как правило, в белковые структуры. Отсюда следует, что без хорошей гидратации белков пользы от водорастворимых компонентов крема будет немного. Это свидетельствует о важной роли ПАВ и других органических компонентов с небольшой длиной цепи в составе композиции.

Проникая в глубокие слои кожи, компоненты крема могут оказывать прямое стимулирующее воздействие на клетки и сосуды, причем иногда вещества, составляющие композицию, действуют как бы поодиночке, а иногда желаемый эффект достигается только в результате их совместного влияния. Продукты, которые не усваиваются клетками кожи и не вступают ни в какие реакции после попадания в кровяное русло, удаляются затем через почки, лимфатическую систему, потовые и сальные выделения.

### Хорошо ли нашей коже?

В общем нет никаких сомнений, что кожа защищает организм от агрессивных внешних воздействий и в то же время иногда помогает доставлять внутрь лекарственные вещества. Но для того чтобы она могла хорошо справляться с этими задачами, следует позаботиться о самой коже, учитывать ее строение и особенности функционирования при разработке рецептуры кремов и особенно лечебных пластырей.

О состоянии кожного покрова можно судить, например, по инфракрасным (ИК) спектрам (рис. 8). Так, широкая полоса поглощения в зоне частот около 3300 см<sup>-1</sup> может рассказать о степени гидратации кожи, ин-

тенсивные пики между 3100 и 2700 см<sup>-1</sup> характеризуют колебания С–Н-связей и служат важным индикатором состояния липидного слоя — степени его упорядоченности или дезорганизации. Область спектра между 1800 и 1000 см<sup>-1</sup> отражает особенности амидных связей белков — здесь наиболее сильно выражены колебания С=О– (1650 см<sup>-1</sup>) и N–H-связей (1550 см<sup>-1</sup>). Поглощение в диапазоне частот от 1200 до 1000 см<sup>-1</sup> характеризует колебания С–С-связей липидных цепей.

По интенсивности пиков ИК-спектров, а также по их смещению можно делать выводы о состоянии кожи после различных физических или химических воздействий на нее. Однако это предмет размышлений для специалистов. Что же касается повседневной жизни, то в соответствии со схемой на рис. 1 читателям журнала рекомендуется контактировать только с полезными (и приятными) химическими веществами. Можно пользоваться косметическими средствами, если есть необходимость — применять трансдермальные лекарственные формы, но по мере сил следует избегать контактов с агрессивными «химикатами из окружающей среды». Особенно нежелательно их воздействие на кожу сразу после использования питательных кремов — ведь косметические композиции повышают проницаемость кожи для самых разных веществ. Пренебрегать специальными средствами защиты в подобной ситуации ни в коем случае не следует.



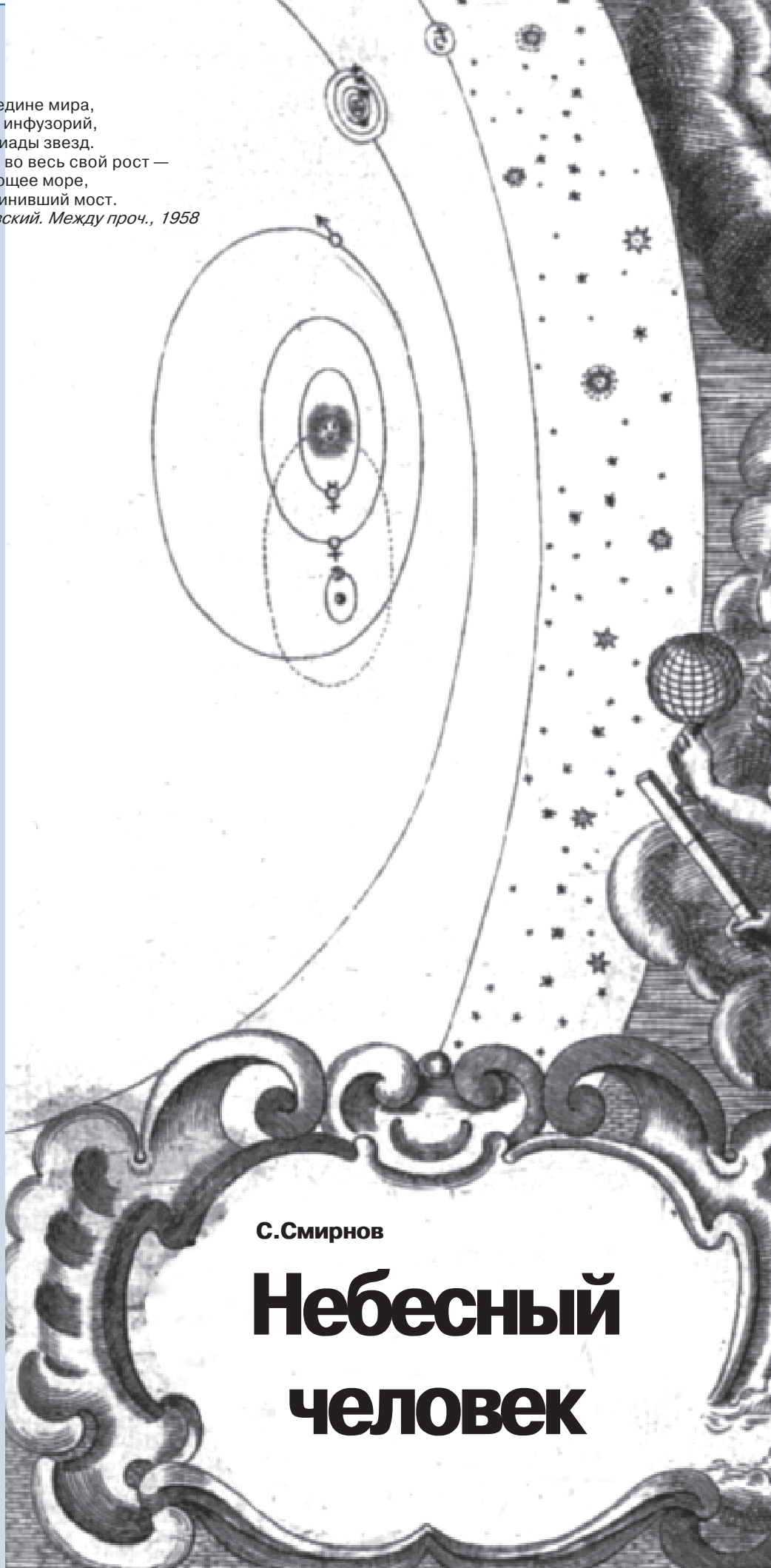
Я человек, я посредине мира,  
За мною мириады инфузорий,  
Передо мною мириады звезд.  
Я между ними лег во весь свой рост —  
Два берега связующее море,  
Два космоса соединивший мост.  
*А. Гарковский. Между проч., 1958*

**К**аков размер человека? Если говорить о порядке величин, то можно считать, что это один метр, или, по-другому,  $10^0$  метров, нулевой порядок от метра.

Элементы микромира намного меньше человека. Размер основы живой природы — клетки — меняется в больших пределах, но в среднем ее величина около  $10^{-4}$  метра. В 100 раз, или на пару порядков, меньше размер какой-нибудь отдельной составляющей клетки, например митохондрии. Еще где-то на два порядка меньше средний размер органических молекул, хотя разброс их размеров значителен. А вот величиной около  $10^{-14}$  метра оценивается размер ядра атома. Гораздо меньше ядра электрон. Измерить размер электрона как частицы пока не удалось, но физики утверждают, что он не превышает величины  $10^{-18}$  метра.

Среди элементов космоса также огромный диапазон размеров. Диаметр нашей планеты около  $10^7$  метра, а Солнца —  $10^9$ . Размер Галактики астрономы оценивают в  $10^{20}$  метра, а скопление галактик — величиной, на пару порядков большей. Следующий структурный элемент космоса — сверхскопления галактик, еще на пару порядков большего размера. Кстати, эти сверхскопления заполняют пространство неравномерно, образуя что-то наподобие пчелиных сот.

Внимательно приглядимся к этим размерам, сравним их, а результат поместим в таблицу. Видно, что примерно в одной пропорции соотносятся размеры Солнца с ядром атома, галактики — с молекулой высокомолекулярного органического соединения, скопления галактик — с клеточной органеллой, а сверхскопления галактик — с живой клеткой. Отношение их размеров лежит в пределах 23–28 порядков. В разброс этих отношений, конечно, входят погрешности измерения больших расстояний астрономами и другие ошибки. Да и сами разме-



С.Смирнов

# Небесный человек



### Порядок размеров элементов микромира и космоса и их соотношение

Элемент микромира, порядок от метра	Элемент космоса, порядок от метра	Разница порядков размеров
<b>Микрочеловек — -(23–28)</b>	<b>Человек — 0</b>	<b>23–28</b>
Электрон -18 (?)	Земля +7	25(?)
Ядро атома -14	Солнце +9	23
Органическая молекула -8	Галактика +20	28
Скопление молекул -6	Скопление галактик +22	28
Клетка -4	Сверхскопление галактик +24	28
<b>Человек — 0</b>	<b>Макрочеловек — +(23 – 28)</b>	<b>23–28</b>



### РАСЧЕТЫ

ры объектов имеют значительный разброс и округлены довольно произвольно. Но все это укладывается в десятипроцентное отклонение от средней величины в логарифмическом масштабе, что не кажется значительным. Поэтому возникает серьезное основание для вывода о подобии пространственных характеристик соответствующих объектов макромира и микромира с масштабным коэффициентом около 25–26 порядков. Что же из такого подобия следует?

Один из древнейших философов Гермес Трисмегист так сформулировал устройство мира: «То, что вверху, подобно тому, что внизу. То, что внизу, подобно тому, что вверху». Из составленной таблицы следует, что эту формулировку Гермеса Трисмегиста можно понимать буквально. Космос, то есть то, что вверху относительно человека, оказался подобен микромиру, то есть тому, что внизу, с коэффициентом подобия размеров около 25–26 порядков. Поэтому древние греки называли микромир микрокосмосом, понимая, что он так же сложно устроен, как и космос — макромир.

Почему бы не расширить формулировку и не предположить, что там — наверху, на небе, есть большой Человек, подобный земному, которого назовем Макрочеловеком, а там, внизу, на атомах есть маленький Человек, тоже подобный земному, — Микрочеловек? Ну а где есть один человек, там должны быть и другие, создающие общности и цивилизации. Получается, что в мире должны существовать по крайней мере три уровня — небесный, земной и электронный.

Если снова вернуться к таблице, станет ясно, что размер небесного Макрочеловека составляет величину

$10^{23}$ — $10^{28}$  метра, а размер электронного Микрочеловека —  $10^{-23}$ — $10^{-28}$  метра. По земным меркам свету требуются миллиарды лет для того, чтобы пройти путь от пяток Макрочеловека до макушки. Кстати, для него миллиард земных лет должен соответствовать малой доле секунды в масштабе времени его уровня мира.

Тут следует сказать, что рассуждения о трех уровнях мира выходят за рамки нынешних научных экспериментальных данных. Поэтому это лишь предположение, гипотеза. А идея может стать истиной только при подтверждении ее опытом. В данном случае было бы интересно получить опытные данные о наличии (или отсутствии) живых существ хотя бы где-нибудь — в космосе или на электронах. Исследователи атомов еще пока не могут «увидеть» самого электрона. Так что результат может быть скорее получен у астрономов, давно обнаруживших клеточную структуру космоса. Вдруг это аналог клеточной структуры земных животных? Или, скажем, таинственные гамма-всплески, источники которых находятся где-то далеко за пределами нашей Галактики? Этот факт можно трактовать, как взаимодействие внешней оболочки космического существа с фотонами освещающего его света (не нашего, привычного, а света другого, более высокого уровня мира).

Кто знает, может быть, это и есть те первые, пока несмелые, доказательства существования Макрочеловека и когда-нибудь эти предположения подтвердятся. Жаль, что такого грандиозного события не дождался Готфрид Лейбниц, который еще три столетия назад рассуждал о космосе как о живом существе.

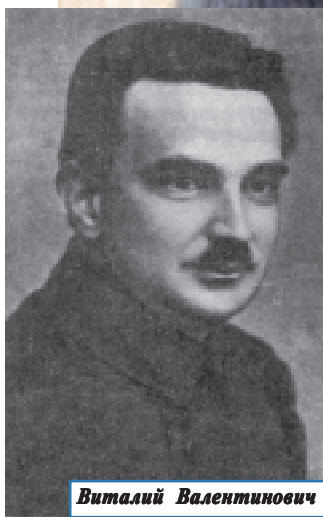
# Детские и взрослые

## сказки семьи Бианки

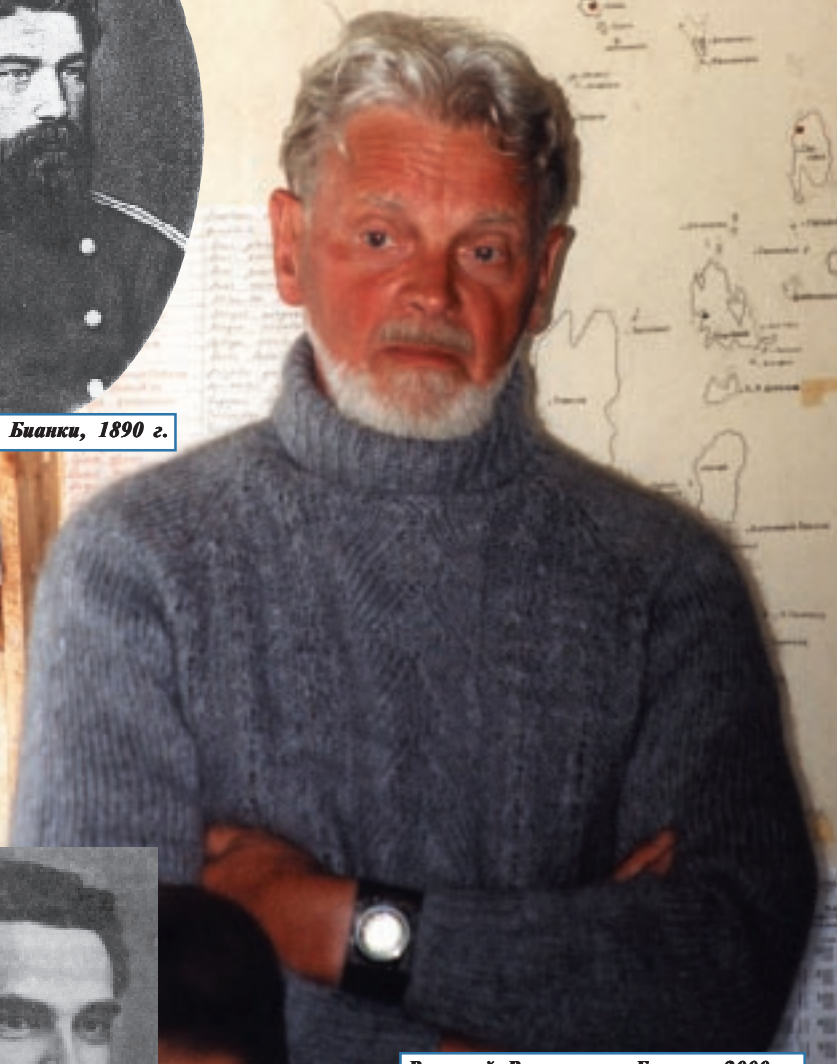
Александра Горяшко



Валентин Львович Бианки, 1890 г.



Виталий Валентинович Бианки, 1927 г.



Виталий Витальевич Бианки, 2000 г.

**Б**ианки — фамилия сказочная. Будто и не фамилия вовсе, а имя волшебного героя — Карлсон, Хоббит. Отчасти такое впечатление создается потому, что для русского уха она звучит непривычно, но главное, конечно, — множество сказок и рассказов Виталия Валентиновича Бианки. А поскольку знакомимся мы с ними в детстве, когда слово еще чудо, то вся необыкновенно увлекательная жизнь лесов, рек, морей, зверей, птиц и насекомых, которую открывает нам автор, становится одним огромным миром. Имя ему — Бианки. И, как часто бывает, наивное детское понимание оказывается самым верным. Бианки — действительно огромный мир.

Виталию Валентиновичу нравилось случайное созвучие итальянской фамилии с русской формой множественного числа. «Бианки никогда не бывают в единственном числе», — говорил он. И это всегда было верно для большой семьи, окруженной к тому же множеством друзей и коллег. Читателям известен между тем только один Бианки — детский писатель-анималист. Нисколько не ставя под сомнение его заслуги, мне все-таки хочется восстановить справедливость, рассказав и о других Бианки. Потому что чудесный писатель возник не из пустоты и не в пустоту ушел. Бианки — это семья, более того — династия, что встречается теперь достаточно редко. Династия, в которой из поколения в поколение передаются не просто занятия биологией как ремесло, не просто романтическая любовь к природе, но прямо-таки физическая невозможность жить в отрыве от нее.

У главных героев этого рассказа совпадают не только фамилии и область интересов, но отчасти даже инициалы. Поэтому я буду называть их: Дед, Отец, Внук. Надеюсь, что мне простят такую фамильярность (Деда и Отца давно нет в живых, а Внуку уже 75 лет), поскольку это единственный способ не запутать читателя.

### Дед

Валентин Львович Бианки (1857–1920) был профессиональным зоологом, хотя специального биологического образования у него не было. С раннего детства мальчик интересовался естествознанием и все каникулы посвящал сбору зоологических и ботанических

коллекций, но поступил в Военно-медицинскую академию и окончил ее в 1883 году, получив звание лекаря. Два года Валентин Львович состоял ординатором при клинике внутренних болезней и дежурным врачом Мариинского родовспомогательного дома. В 1885 году он занял должность земского врача в Старицком уезде Тверской

губернии. Было ему в это время 28 лет — зрелый, сложившийся человек с хорошей специальностью. Но, как и в гимназические годы, больше всего влекла его зоология. Первая научная публикация В.Л.Бианки («Гнезда и яйца *Acrocephalus dumetorum* Blyth.») вышла 1884 году, то есть еще во время активной врачебной практики. Однако при первой же возможности Валентин Львович перешел на должность ассистента при кафедре зоологии и сравнительной анатомии Военно-медицинской академии, хотя это было еще очень далеко от любимой орнитологии, возможности самостоятельных научных исследований.

Такая возможность представилась ему через два года, когда в 1887 году Дед поступил на должность ученого хранителя энтомологического отделения Зоологического музея Академии наук. Правда, низкое жалование не позволяло окончательно оставить педагогическую работу, да и заниматься пришлось не любимыми птицами, а насекомыми. Но все, за что брался Дед, он делал хорошо. Работы Бианки этого периода (а он опубликовал несколько обзорных статей, обработал коллекции полужесткокрылых, хранящиеся в Зоологическом институте в Санкт-Петербурге) стали серьезным вкладом в энтомологию и, по словам специалистов, «дают нам право поставить имя Валентина Львовича рядом с лучшими гемиптерологами того времени».

Орнитологией, которая была его страстью всю жизнь, первый из династии Бианки смог заняться официально лишь в 1895 году, в возрасте 38 лет, когда был избран на должность старшего зоолога физико-математического отделения Академии наук. С этого момента и до самой смерти он занимал пост заведующего орнитологическим отделением Зоологического музея Академии наук.

Дед жил с семьей на Университетской набережной Санкт-Петербурга, в квартирном флигеле Российской академии наук. «Он существует где-то сам по себе, живет отдельной от нас и неведомой нам жизнью. Мы его мало видим», — пишет о том времени Отец. В городе он всегда либо в музее, либо в своем домашнем кабинете, на даче — он всегда в лесу. Но работа и жизнь сплетались воедино, определяя быт и интересы всей семьи. В большой академической квартире — вольеры и клетки с птицами, аквариумы с рыбами, террариумы с черепахами, ящерицами, змеями. Когда на Дальнем Востоке нашли мамонта и привезли в музей для изготовления чучела, Дед принес домой кусочек мамонтины. Его сварили, и все отведали экзотического супа.

Сыновья Валентина Львовича часто

бывали в музее и, видимо, считали его чем-то вроде интересного и таинственного продолжения дома. Один из них даже не хотел верить, что застывшие вокруг звери и птицы — просто чучела. «Они нарочно так заколдовались, потому что люди кругом», — думал он. И мечтал узнать заветное слово, которое всю эту живность расколдует.

А всего было у Валентина Львовича, как в сказке, три сына. Старший — Лева, средний — Анатолий, младший — Виталий. И мы будем, тоже как в сказке, рассказывать о младшем. Именно он мечтал расколдовать зверей, и это ему замечательно удалось.

## Отец

Виталий Валентинович Бианки (1894–1959) родился в той самой академической квартире при Зоологическом музее. И, если не считать таинственных отношений с музеем и супа из мамонтины, жил, в общем, как все мальчишки: ходил в гимназию, играл в футбол. Валентин Львович сердился: «Головой работать надо, а не ногами! Тогда не будешь по математике тройки хватать» Но сын все равно хватал тройки. Его интересовало другое — живое. Эта страсть вполне удовлетворялась только летом, в деревне, а позже — во время экспедиций, куда брал его Валентин Львович. Природа на всю жизнь стала для Отца профессией и душой.

Специального образования у Отца тоже не было. Он не успел его получить. По окончании гимназии поступил на естественное отделение физико-математического факультета Петроградского университета, но началась война. В 1916 году Виталия призвали в армию, и после окончания ускоренного курса Владимирского военного училища в чине прапорщика он был направлен в артиллерийскую бригаду. Недолгий период 1917–1918 годов оказался наполнен событиями. Повороты войны и перемещения армий бросали его от Поволжья до Алтая. Он успел пережить недолгое увлечение эсерством и мобилизацию в колчаковскую армию, но вскоре дезертировал оттуда и был вынужден жить под чужой фамилией на Алтае, в Бийске. По документам он значился Виталием Беляниным, студентом Петроградского университета и орнитологом-коллектором Зоологического музея Российской академии наук. Настоящую свою фамилию скрывал вплоть до изгнания колчаковцев. А двойная фамилия Бианки-Белянин осталась в его паспорте до конца жизни

Из воспоминаний дочери Елены: «Больше всего поразила, прямо потрясла отца природа Алтая. Там он прожил четыре трудных, но счастли-



## ПОРТРЕТЫ

вых года. Жил в Бийске, преподавал биологию в школе. Тяжелые были условия жизни в то время — плохо с питанием, с дровами, подстерегали страшные болезни. Но были молодость, энергия, «ощущение огромности окружающего мира и неизведанности его тайн, которые можно открывать всю жизнь».

Эти тайны он открывал вместе со своими учениками, устраивая для них экскурсии за город. С жаром участвовал в создании краеведческого музея (теперь это музей его имени), предпринимая каждое лето длительные экспедиции за экспонатами. Читал лекции по орнитологии на учительских курсах, участвовал в работе местного Общества любителей природы, работал инструктором-музееведом в уездном земстве, изредка публиковал в местной газете «Алтай» небольшие заметки о жизни птиц, подписывая их инициалами: В.Б. или В.Б.-н.

Здесь же, на Алтае, встретил Виталий свою будущую жену, «самого близкого человека на всем свете», — Веру Николаевну Клюжеву, преподававшую французский в той же школе. Там начал писать знаменитую «Лесную газету», публикуя ее в виде заметок о природе в местной периодической печати. Мечтал, вернувшись в Петроград, окончить университет и стать биологом, но вместо этого оказался в литературной студии, почувствовал, что искусство ему ближе, чем наука. «Вчера прилетели грачи. Весной прямо безумие какое-то меня охватывает. Не могу я слышать, когда свистят, крикают, гогочут, трубят над головой перелетные птицы. Сам не свой становлюсь. Вот если бы научиться хоть собою эту долю этого чувства передавать в своих книжках!»

## Внук

«О чувствах я рассказывать не умею и никогда, наверное, толком не рассказывал, так что вряд ли что-нибудь у меня выйдет», — сказал Внук (1926 г.р.), у которого я рассчитывала узнать больше, чем из письменных рассказов Отца.

У Отца тоже было трое детей. Дочь Елена и два сына — Валентин и Вита-

лий. Виталий был старшим. Из письма Отца: «Старший сын теперь с головой ушел в орнитологические наблюдения и нашел уже с полсотни гнезд. Он уже готовый орнитолог — и со страстью. Третьего дня проводили его в военную морскую спецшколу. Я лишился в нем уже настоящего друга, товарища в орнитологических занятиях и охоте, первого помощника дома».

В его судьбу, как и в судьбу Отца, вмешалась война. Он закончил школу в 1943 году и был сразу же отправлен в училище. Обучение, правда, затянулось, и в военных действиях участвовать не пришлось, но еще несколько лет он был связан с армией и демобилизовался лишь в марте 1950-го. От военной службы остались выправка да любовь к рубашкам цвета хаки (впрочем, очень удобным в работе полевого биолога).

Однако главным делом жизни Виталия Витальевича Бианки стала опять же биология, а в ней — орнитология. Внук: «Птицами я начал заниматься с отрочества, примерно с 8–9 лет, и птицы всю жизнь были для меня основным объектом, с которым я хотел работать и работал. Почему именно они — теперь уже трудно сказать. В семье вообще был культ зоологический и орнитологический, в частности. Однако помню, что во время одной из поездок в начале лета в деревню мы остановились в пути и меня заинтересовало, что отец называет пролетающих птиц. Вот, наверное, с этого и начался сознательный интерес. А в десять лет я уже самостоятельно искал гнезда под наблюдением отца, хотя помощи, в которой я тогда нуждался, он оказать не мог. Отец хорошо знал птиц, но он не был ученым. Его научные знания базировались на впечатлениях юности, проведенной со специалистом-орнитологом, его отцом».

Внук первым из семьи получил специальное образование — закончил биологический факультет Ленинградского университета. Еще во время учебы случайно оказался на практике в Кандалакшском заповеднике — ему было интересно посмотреть новые места. Мог ли он представить, что в этом заповеднике проведет всю дальнейшую жизнь?



*Дед,  
1914 г.*

*Отец,  
1940 г.*



«После окончания университета на меня было две заявки: из Зоологического института Академии наук и из заповедника. Я разрывался, потому что институт с детства был для меня родным, там еще дед мой работал, но в то же время мне очень нравилось в заповеднике. А когда пришел на распределение, комиссия сказала: «На Вас есть заявка из Кандалакшского заповедника». Я спросил: «А другая заявка?» — «Нет, больше никакой нет». Честно говоря, гора с плеч свалилась. Вот так выбор свой и сделал. Не скрою, первые годы думал о Питере, но в Зоологический институт не приглашали, там мест не было, а в другое место не хотелось. А потом, когда начали приглашать, уже не хотел сам. Я очень доволен, что судьба сложилась именно так».

Ему первому удалось то, к чему всю жизнь стремились и Дед, и Отец, — никогда не расставаться с природой.

### **Дача, охота и познание леса**

Они очень похожие и очень разные, эти Бианки. Этому не устаешь поражаться, читая воспоминания Отца о Дede, слушая воспоминания Внука об Отце. Не оставляет ощущение, что судьба семьи ходит по спирали, закрученной вокруг природы.

Каждую весну Дед перевозил все семейство на дачу. Отец вспоминал: «Величайшим праздником для меня всегда был переезд из города в деревню». Таким он был и для всей семьи, невзирая на бытовые сложности. Ехали подводами, вместе со всем зверьем за 60 километров, за Ораниенбаум, в Лебяжье.

«Дача Бианки недалеко от моря — в штормовую погоду в комнатах слышен гул прибоя, и в любую погоду целый день звенят там птичьи голоса. Птицы местные, за исключением нескольких привезенных из города кенаров. Живут в клетках во всех помещениях и в вольере на веранде, огороженной сеткой от пола до потолка. Во дворе дачи много ящиков и клеток. Там ежи, лисенята и прочая лесная живность. Громко просят есть птенцы ястреба. В большой притененной клетке круглые светятся глаза филина. Помню, как он дробно щелкал клювом, когда ему приносили кусок мяса или мышь. Над двором, на вершине сосны, сидит ворона. Сидит и не улетает, хоть палкой на нее махни. Это свой вороненок-выкормыш. Пугая всех дерзкими наскаками и трескотней, вокруг дома летает ручная сорока. Мохнатая аршинная морда тыкается вам в спину. Стойте смиренно! Это не страшно, это свой — лосенок» (из воспоминаний соседа по даче А.Ливеровского).

На даче Дед продолжал сбор материала для музея. Командированный препаратор там же снимал шкурки для будущих чучел. На специально нанятых финских парусниках сборы перевозили по заливу и Неве прямо к музею. Валентин Львович брал с собой в лес и сына Виталия. Все показывал, учил всему, что знал сам. «У меня надолго создалось убеждение, что мой отец — что-то вроде какого-то лесного духа, маленького, но могущественного. Он знает в лесу все тайные тропинки, все скрытые роднички, знает всех лесных птиц и зверей, понимает их язык и распоряжается ими».

В числе прочего Дед учил и охоте. «Когда мне исполнилось 13 лет, отец



**Внук,  
1943 г.**



## ПОРТРЕТЫ

Еще в Бийске, работая преподавателем биологии в школе, Виталий Валентинович устраивал для учеников экскурсии в лес. Ученики той школы вспоминают: «Свои лекции он читал с воодушевлением, с любовью. Он прививал нам любовь к жизни, к природе. Мы стремились к нему, как пчелы к цветку».

Когда он начал писать — охват вырос в тысячи раз. Его учениками становились все дети. «Я с жадностью читаю и перечитываю книги Бианки. Они для меня самые счастливые» (из письма школьника). Юннаты приезжали к нему в гости на дачу. Студенты-зоологи традиционно раз в год посещали его в городской квартире. Учениками становились и взрослые — начинающие писатели, которые принесли ему свои первые литературные опыты. Некоторые из них, например Николай Сладков, стали впоследствии писателями не менее известными.

Отец учил других всю жизнь той удивительной науке, которую преподавал ему Дед. «В лесу надо только громко не разговаривать, не шуметь, не делать резких движений и научиться неожиданно исчезать у всех с глаз. Тогда вам остается только хорошенько запастись терпением — и вашим глазам предстанет многое из того, о чем рассказано в этой книге, а может быть, и такое, чего не видел ни один человек на свете».

Отец передал Внуку талант заражать своим интересом других. Все Бианки собирали вокруг себя интересных людей, притягивали их, а во многом, видимо, и формировали. Вероятно, наиболее зримо это прослеживается как раз в деятельности Внука в Кандалакшском заповеднике. Остров Ряшков — один из сотен охраняемых островов. Кордон на нем — один из многих кордонов заповедника. Но и остров, и кордон эти — особые, их ни с чем не перепутаешь. Это остров и кордон Виталия Витальевича Бианки, работающего здесь с 1955 года. Здесь добротные постройки, сделанные с какой-то особой любовью, очень много интересных людей.

Почти все нынешние сотрудники заповедника, начинавшие путь к профессии юннатами или студентами (а их около половины штата), прошли именно

подарил мне двустволку. Из настоящих охотничьих ружей я стрелял и раньше, но это было — собственное, новенькое, только что из магазина». Дело в том, что раньше охота почти всегда была второй специальностью зоологов. «Охота — это совсем не только убивать зверей и птиц. Это, прежде всего, — сильное желание, страстная любовь. Охота — целыми днями, выбываясь из сил, бродить с ружьем по лесам и болотам, или часами терпеливо сидеть с удочкой над рекой, или, встав чуть свет, по холодной росе идти брать грибы».

Все, заложенное Дедом, осталось на всю жизнь. И страстный интерес к охоте, и поездки на лето в деревню, без которых Отец, став взрослым, не мог жить так же, как и Дед. Вот почему рассказ Внука о своем детстве кажется таким знакомыми: «Отец всегда старался увезти семью из города, это ему было очень нужно, да и нам всем было при этом хорошо. Лебяжье, где вырос Виталий Валентинович, стало закрытой пограничной зоной, и новым местом отдыха семьи стала с 1928 года Новгородчина». Так же, как когда-то Дед, Отец выбирал места поглуше, поближе к дикому лесу. И так же вез туда большую семью со всем имуществом: «Ехали с железнодорожной станции на нескольких подводах, везли очень много вещей — и продукты все, кроме самых деревенских, и книги отцу нужны были, чтобы работать».

Отец тоже стремился передать своему сыну все, чем владел сам, но не во всем нашел отклик. «Охотника из меня не получилось, — вспоминает Внук. — Да, с отцом охотился, он меня научил, но особого интереса не было

никогда. Помню, что даже во время охоты — ведь охотники расходятся, не идут вместе — я в иногда играл в ножички или еще во что-то».

### «Переводчики с бессловесного»

Но было одно дело, которым, помимо зоологии, со страстью занимались все Бианки.

«Переводчики с бессловесного» — так назвал Виталий Валентинович рассказ о своих друзьях, писателях-анималистах. «Растения и животные, леса и горы, моря, ветра, дожди, зори — весь мир вокруг нас говорит с нами всеми голосами. Но мы ему не внимлем. Есть среди нас редкие люди: широко раскрытыми глазами ребенка смотрят они на мир, чутко внимают всем его голосам — и все, что он рассказывает им о себе, переводят для нас на наш, человеческий язык — язык любви к полной красоты и чудес нашей вселенной». Эти слова можно отнести и ко всем Бианки. Как истинно увлеченные своим делом люди, они притягивали и заражали им окружающих. Нет лучше способа обучить и воспитать. Их увлеченность, их дело, точно круги по воде, расходилось все шире и шире.

Валентин Львович был главным лесным учителем младшего сына. «Отец рано начал брать меня с собой в лес. Он каждую травку, каждую птицу и зверушку называл по имени, отчетливо и фамилии. Учил меня узнавать птиц по виду, по голосу, по полету, разыскивать самые скрытые гнезда. Учил по тысяче примет находить тайно от человека живущих зверей».



через Ряшков, а значит, через Бианки. За 45 лет работы в Кандалакшском заповеднике он руководил практикой более тысячи студентов и школьников. История Ряшкова, как никакого другого места в заповеднике, богата легендами, она имеет свою мифологию и историографию. Для друзей и коллег несомненно — Ряшков создан Бианки, хотя сам он заслуг своих не признает.

Как ему удалось все так хорошо обустроить и собрать вокруг себя столько талантливых людей? Может, он сознательно отбирал их? Или отбирающим фактором становилось само его присутствие?.. Отвечая на мой вопрос, почему, с его точки зрения, так притягателен заповедник для молодых людей, он отвел себе последнее место (и даже здесь укрылся за безличным «мы»): «Думаю, это в первую очередь море, потому что такого моря они больше нигде не увидят. Очень красивые пейзажи. В какой-то степени, очевидно, и те порядки, которые мы стараемся здесь поддерживать. Определенные принципы работы, отношение к людям, к природе... И прежде всего, отношение к школьникам и студентам как к взрослым людям. Меня раздражает, когда старшеклассников называют детьми. Да, у них нет опыта, у них много чего еще нет, но это уже взрослые люди. А вообще, со стороны виднее почему. Формулируют и оценивают пусть другие. Но, если удастся что-то дать, это очень приятно. И я думаю, что, давая другому, человек получает и сам».

## Счастье семьи Бианки

Может, в этом давно известном рецепте, который так редко удается применить на практике, и состоит секрет счастья всех Бианки?

Ни один из них не повторил путь другого след в след, но в главном они

делали одно дело. Отец: «Вот соловьи: известно, что старые и опытные соловьи обучают пению молодых. Как говорят птицеловы — «ставят их на хорошую песню». Но как ставят! Не тычут носом, не принуждают и не заставляют. Они просто поют. Изю всех своих птичьих сил стараются петь как можно лучше и чище. Главное — чище! Чистота свиста ценится у них превыше всего. Старики поют, а молодые слушают и учатся. Учатся петь, а не подпевать! За это соловьиная песня и ценится, на этом она и держится».

Дед умер от воспаления легких 10 января 1920 года в Петрограде. Ему было 64 года. В 1917–1918 годах он заведовал Зоологическим музеем Академии наук, но в 1919-м сдал полномочия А.А.Бялыницкому-Бируле и умер на своем старом посту заведующего орнитологическим отделением музея. В те годы даже ученые Академии наук жили в очень тяжелых условиях. Температура в квартире Бианки не поднималась зимой выше +3°C. От сырости стены покрылись плесенью, не хватало еды. Исход болезни Деда определило общее истощение организма. Не будь этого, Валентин Львович, по мнению близких, мог бы прожить еще долго, до последнего дня сохраняя большой запас жизненной энергии.

Он остался в памяти как уникальный зоолог, который написал одновременно две монографии — про птиц и про стрекоз. Научное наследие его очень значительно. Он опубликовал около 120 работ, не считая ряда статей в энциклопедиях и популярных журналах. При этом часть больших работ так и осталась в рукописях. Он перевел и снабдил примечаниями книги Г.Дункера «Перелет птиц» и В.Кобельта «Географические распределения животных», перевел и (совместно с Н.М.Книповичем) отредактировал «Жизнь животных»

Брема. В честь Валентина Львовича названы две птицы: саянская белобрюхая оляпка (*Cinclus leucogaster bianchii*) и верхнебухарский фазан (*Phasianus chrysomelas bianchii*). Он был действительным членом Петроградского общества естествоиспытателей и Русского энтомологического общества, почетным членом Германского орнитологического общества. В статьях о нем постоянно подчеркивается, что «добросовестность его работ известна всякому орнитологу», «работа выполнена с характерной для него тщательностью», «некоторые из монографий по своей обоснованности и тщательности выполнения вполне могут называться образцовыми».

Отец умер в 65 лет известным и любимым писателем. За свою жизнь он написал более 300 рассказов, сказок, повестей. Только при жизни Отца вышло около 40 сборников его произведений. Их перевели и издали почти во всех странах, на всех языках мира. Но при всеобщей известности доброго лесного сказочника Бианки мало кто знает, какой дамоклов меч всю жизнь висел над ним. Ему так никогда и не простили ни кратковременного увлечения эсерством, ни столь же кратковременного и невольного пребывания в колчаковской армии.

«В 1921 году в Бийске был дважды арестован ВЧК, — пишет он, — и раз сидел вместе с 79 другими «заложниками» в тюрьме недели три». В сентябре 1922 года он узнал, что ему грозит новый арест. Не желая больше испытывать судьбу, Бианки, продав любимое ружье, добыл денег на дорогу и выехал в Петроград, навсегда простившись с Бийском. Но Петроград, естественно, не был спасением. В декабре 1925 года Виталия Валентиновича вновь арестовали. По надуманному обвинению в причастности к ка-





**У Виталия Витальевича Бианки потомственный талант: он умеет заражать своим интересом других. Кордон Кандалакшского заповедника на острове Ряшков — место особое.**

**Оно как никакое другое богато легендами, через него прошли путь к профессии почти все нынешние сотрудники заповедника.**

**Для друзей и коллег несомненно — это заслуга В.В. Бианки**



## ПОРТРЕТЫ

гах, почти полностью лишившие возможности ходить. Он больше не мог выбираться в лес. «У меня уже был инфаркт (в 1949 году) и два инсульта. Правая рука так и осталась парализованной наполовину, писать пером почти не могу (тоже мне — «писатель»!), все стучу вот на машинке. Не пускает «ad patres» (к праотцам) работа: так мало в жизни сделано, так много еще надо сделать! Я не чиновник, своей работой увлекаюсь до чертиков, работаю с утра до ночи (стучу на машинке одним пальцем) — и вполне счастлив» (из письма).

В больнице, за день до смерти, он слушал «Вести из леса» — радиопередачу, которую сам придумал, собрал авторов. Очень радовался, что удалось записать на

магнитофон и включить в передачу голоса птиц. После его смерти коллеги обратились к директору с просьбой назвать передачу именем Бианки, но ответ был категоричен: «Невозможно! Бианки — белый офицер». Прошлое настигло и здесь. А он так мечтал о покое! Один из его друзей вспоминает, как незадолго до смерти, глядя на кусочек моря за окном санатория, Отец говорил: «У большой воды приходит равновесие, тут обретаешь свой ритм».

Внук прожил у большой воды Белого моря всю свою жизнь ученого. «Условия работы здесь как раз соответствуют и моему желанию, и, видимо, характеру, и стремлению так вести научную работу, как мне хотелось бы. Здесь я самостоятелен, и это очень ценно. Мне нравится многолетняя стационарная работа». Все годы Виталий Витальевич, ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, Заслуженный эколог Российской Федерации, работает на одних и тех же островах и живет здесь же в небольшой квартирке в бревенчатом доме. Он изучает

птиц Мурманской области и Кольско-Беломорского региона в целом.

По мнению многих зоологов, никто на сегодняшний день не знает этих птиц лучше В.В. Бианки. Его монография «Кулики, чайки и чистиковые Кандалакшского залива» стала классической, издана на английском языке. Он участвовал в написании многотомных сводок «Птицы СССР», «Миграции птиц Восточной Европы и Северной Азии», издаваемых Академией наук. Есть у него любимые виды — полярная крачка, гоголь. Благодаря ежегодному кольцеванию самок и птенцов гоголя на протяжении 30 (!) с лишним лет Виталий Витальевич получил уникальный материал о династиях пернатых.

А всего он написал более 150 научных работ и более 400 научно-популярных статей по вопросам охраны природы. Однако много уникального материала еще не опубликовано. Люди, знающие его, в один голос жалуют, что он мало пишет. Но он предпочитает полевую работу и охотно сидит за письменным столом только зимой, зная, что скоро снова будет лето.

А на вопрос, считает ли он себя счастливым, Виталий Витальевич как-то ответил: «Я достаточно прожил так, как мне хотелось, и в общем удовлетворен тем, что удалось сделать. Зарабатываю я на жизнь тем, что мне очень нравится, работаю с людьми, с которыми мне нравится работать. Боже мой, конечно!»

P.S. Сестра Виталия Витальевича, Елена Витальевна Бианки, — художник, она иллюстрирует книги о природе, в том числе и отцовские. Его двоюродный брат — Всеволод Львович Бианки, также был биологом, профессором Ленинградского университета. А сам Виталий Витальевич сейчас собирает материал и пишет книгу о замечательном орнитологе — своем деде, Валентине Львовиче Бианки.

кой-то подпольной организации Бианки приговорили к трем годам ссылки.

О его освобождении ходатайствовали многие, в том числе Максим Горький. Весной 1928 года Бианки разрешили переехать в Новгород, а в начале 1929 года вернуться в Ленинград. В ноябре 1932 года — новый арест, но вскоре Бианки освобожден «за отсутствием улик». В марте 1935 года, при очистке Ленинграда после убийства Кирова от «социально опасного элемента», Бианки опять был арестован как «сын личного дворянина, бывший эсер, активный участник вооруженного восстания против советской власти». Особым совещанием при НКВД СССР он был приговорен к пяти годам ссылки вместе с семьей в город Иргиз Актюбинской области. Ссылку отменили по ходатайству жены Максима Горького Екатерины Павловны Пешковой.

Не эти ли несправедливые преследования так губительно отразились на его здоровье? В последние годы он тяжело болел. Системное заболевание сосудов вызывало сильные боли в но-

# Разные разности

Выпуск подготовили

М.Егорова,  
Н.Маркина,  
Е.Сутоцкая,  
О.Тельпуховская

**И**зраильский селекционер А.Каханер скрестил кур с голой шеей и обычных бройлеров. Получились птицы с лысой головой. Однако странный вид питомцев вовсе не смущает ученого. Он считает, что они будут быстрее расти, потому как не боятся жары («New Scientist», 2002, 21 мая). Коллеги Каханера не согласны с ним: куры без перьев (такие иногда появляются из-за мутаций) хуже приспособлены к жизни, чем их одетые собратья. Петухи не могут хлопать крыльями, из-за этого не находят себе пару и нервничают. Голых кур обоих полов мучают паразиты и комары, допекает солнце. Они очень чувствительны к перепадам температуры, особенно в детстве.

И все же Каханер настаивает на том, что выращивать лысых птиц будет выгодно. Обычные бройлеры растут быстро, но у них такой бурный обмен веществ, что выделяется очень много тепла. Чтобы курам было комфортно, в курятниках надо поддерживать температуру около 20°C. В жарких странах для этого приходится устанавливать кондиционеры, а это не всем фермерам по карману. Кроме того, организм лысой курицы сможет экономить на питательных веществах — перья-то отращивать не надо. Все равно, считает Каханер, это всего лишь отходы, от которых потом приходится избавляться. А для этого требуются дополнительная электроэнергия и вода, которой в жарких странах всегда не хватает.

Лысые птицы меньше обычных бройлеров. Но Каханер уверен, что представителей новой породы можно сделать и крупнее.



**В**ряд ли на планетах Солнечной системы, кроме Земли, есть жизнь в обычном смысле этого слова. Зато можно сказать, что живут сами планеты. На них происходит смена сезонов, восходит и заходит Солнце, в атмосфере рождаются и умирают вихри, поднимая частицы грунта, кое-где есть облака.

Эту жизнь сейчас изучают с помощью автоматических аппаратов, которые садятся на поверхность планет или летают на их орбитах. Инженеры из американской «Global Aerospace Corporation» предложили новый способ: запускать в атмосферу планет воздушные шары с приборами. Проект поддержал Институт передовых идей НАСА (NASA Institute for Advanced Concepts).

С шаров можно проводить более точные и длительные наблюдения, чем со спутников, они обойдутся дешевле и потребуют меньших затрат энергии. Видеокамеры получают изображения планеты с высоким разрешением, специальные приборы проведут измерения в атмосфере и на поверхности. Микророботы, спущенные с шаров, смогут прорубить грунт и выполнить химические, метеорологические и сейсмические исследования. Все сведения поступят на воздушный шар или орбитальный аппарат, а оттуда — на Землю. А если такой шар снабдить крылом, то им можно будет управлять, подыскивая место посадки для космических кораблей или изучая структуру геологических образований поверхности («EurekAlert!», 2002, 5 июня).

Только в Солнечной системе у семи планет есть атмосфера, в которой можно запускать воздушные шары. У внешних планет — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна — она состоит в основном из водорода. Вот им и придется заполнять шары, конечно предварительно подогрев. А для исследования Венеры, Марса и Титана (спутника Сатурна) подойдут гелиевые или водородные шары.



**М**ногие клетки нашего организма не сидят на месте, а перемещаются. Лейкоциты, например, движутся к очагу воспаления, чтобы навести в нем порядок, а раковые клетки расползаются по разным органам, чтобы основать там свои колонии — метастазы. Неплохо было бы знать, как они ориентируются, чтобы помочь первым и помешать вторым отыскивать дорогу.

Этим и занялись ученые Калифорнийского университета в Сан-Диего. «Клетки способны воспринимать химические сигналы на расстоянии, — объясняет Р.Фиртел, руководитель работы. — Лейкоциты с помощью поверхностных белков «чуют» вещества, которые выделяют бактерии, и устремляются навстречу врагам. Так же поступают и раковые клетки».

«Клеточный компас» состоит из двух белков, P13K и PTEN. Ученые обнаружили его и у амебы Dictyostelium, и у клеток многоклеточного организма. Они прикрепили к белкам светящуюся метку и увидели, что молекулы P13K скапливаются в той части клетки, которая ближе к источнику привлекательных для нее веществ. Если ген P13K не работает, клетка беспорядочно ерзает туда-сюда, словно внутри нее несколько водителей решили ехать одновременно в разных направлениях.

Белок PTEN скапливается на противоположном конце клетки. Он регулирует работу гена P13K. Если его нет, ген P13K производит так много белка, что клетка начинает беспорядочно расти и превращается в раковую.

Фиртел считает, что механизм выбора верного пути сначала появился у нормальных клеток, а затем его подхватили раковые, которые улавливают особые сигнальные молекулы и движутся, повинаясь химическому зову. Поняв устройство «компы», можно будет придумать, как его разрушить (сайт «University of California», 2002, 30 мая).



**П**ролетая над альпийским лугом, оса *Ichneumon eumegus* приглядывается к муравейникам. В них таятся гусеницы большой голубой бабочки, которым муравьи предоставили кров. Наметив жертву, оса вторгается в муравейник. Энтомолог Д.Томас из Центра экологии и гидрологии в Дорчестере (Англия) решил разобраться, что там происходит дальше.

Муравьи приходят в ярость, завидев непрошеную гостью, однако нападают они не на нее, а друг на друга. Пользуясь суматохой, диверсантка откладывает свои яйца на гусеницу. Со временем из них выводятся личинки, живьем съедают гусеницу и окукливаются. Когда осы вырастают, они точно так же провоцируют стычки среди хозяев, чтобы покинуть муравейник.

Томаса и его коллег заинтересовал состав дьявольской химической смеси, которую оса использует при отступлении («Nature News Service», 2002, 30 мая, «Nature», 2002, т.417, с.505). Четыре из шести веществ науке не известны. Они очень похожи на те, которыми муравьи предупреждают об опасности своих сородичей. Однако муравьиная жидкость испаряется за несколько секунд, а шкурка куколки вырабатывает свое разрушительное вещество более месяца с того момента, как ее покинула оса. Один из химикатов привлекает муравьев к осе. Дотрагиваясь до нее, они подхватывают другой, который одновременно отпугивает их и приводит в бешенство. Не замечая осу, муравьи набрасываются на ближайшего соплеменника. Тот возбуждается и вырабатывает свои вещества, сигнализирующие о тревоге, что еще больше усиливает общий испуг. В лабораторных муравейниках хаос длился несколько часов и даже дней.

Возможно, это открытие поможет контролировать популяцию муравьев-паразитов. Действуя на насекомых веществами раздора, можно будет вызвать среди них смуту и драки. Вслед за этим муравейник станет более уязвимым для хищников и болезней.

**В**нутреннее кровотечение — незаметный и коварный убийца. Когда оно происходит, организм суживает большинство кровеносных сосудов и направляет кровь только к важнейшим органам. Благодаря этому давление какое-то время поддерживается нормальным, а затем, когда потеряно 25—30% крови, резко падает. Нередко доктора обнаруживают это, когда больно уже невозможно спасти.

Сотрудники компании «Sapoff» в Принстоне (США) создали прибор, который помогает вовремя заметить опасность. Он определяет содержание кислорода в сосудах глаза. Кровь глазной артерии насыщена этим газом на 95% даже при кровотечении, сетчатка извлекает его тоже с постоянной скоростью. Когда крови в сосудах остается мало, ткани глаза удаляют из нее кислород более эффективно, и его концентрация в венозной крови снижается.

Для того чтобы измерить количество кислорода, пациенту в глаз направляют четыре лазерных луча разного цвета. Отраженный свет сообщает всю информацию, необходимую для анализа. Голубой и зеленый указывают на расположение сосудов на сетчатке, помогая различить вены и артерии. Два луча красного света (один из них лежит почти в инфракрасном диапазоне) частично поглощаются кровью до отражения от сетчатки. Насыщенная кислородом кровь пропускает свет иначе, нежели бедная им, поэтому с помощью микрокомпьютера по изменению интенсивности вернувшихся лучей можно определить содержание кислорода в разных сосудах. Снижение его уровня в венах свидетельствует о внутреннем кровотечении.

К.Грегори, руководитель группы разработчиков, полагает, что такое устройство необходимо сотрудникам «Скорой помощи». Пока его испытывают в клинике, авторы пытаются уменьшить размеры прибора, чтобы сделать его переносным («Eureka-Alert!», 2002, 5 июня, «New Scientist», 2002, 8 июня).

**В** Балтиморском университете Д.Отто и его коллеги обучили крыс подниматься на задние лапки, едва они почуют запах кокаина. За движениями животных следит датчик, соединенный с дозатором пищи. Он позволяет автоматизировать процесс обучения. Сначала пищу подают сверху, и, чтобы ее достать, животные встают на задние лапки. Пряча наркотики в пищу, исследователи приучают крыс получать удовольствие от обнаружения контрабанды. После двух-трех недель тренировок крысе достаточно почуять кокаин, как она тут же встает по стойке «смирно» («Nature News Service», 2002, 14 июня).

Крысы-ищейки удобнее собак: они могут забираться туда, куда собакам не пролезть, их проще разводить. Но работоспособность у них длится лишь год, поэтому обучение должно быть быстрым и дешевым.

Работы финансирует Министерство обороны. Сейчас исследователи планируют «выпустить» своих ищеек за пределы лаборатории — пусть послужат по-настоящему. К сожалению, покупателей пока не видно, хотя дрессировщики крыс и вели переговоры с некоторыми агентствами.

Д.Отто полагает, что дрессировку собак тоже можно автоматизировать.

Однако в некоторых ситуациях, особенно при расчистке минных полей, крысы удобнее, чем собаки. Обучить африканских сумчатых крыс обнаруживать мины собираются в Анголе и Танзании.

**А**мериканец Д.Као, профессор фармацевтики и биомедицинских технологий, разработал новый пластырь. Это желе из модифицированного желатина с синтетическими биомолекулами и лекарствами, необходимыми для заживления самых разных повреждений — от ожогов до переломов.

Дело в том, что клетки живут в сложном молекулярном окружении, где они получают необходимые им питательные вещества и сигнальные молекулы. Эти молекулы взаимодействуют с клетками, контролируют их активность, рост и регенерацию. Повреждение неклеточных молекулярных структур, согласно Као, может угрожать жизни клеток. Большая часть пластырей, по его мнению, просто закрывает рану. Новый пластырь содержит синтетический «коктейль» тех же самых молекул, которые необходимы для работы клеток, и лекарства для заживления. «Технология пытается воспроизвести естественную клеточную среду, а это повышает способность организма чинить и восстанавливать поврежденные ткани», — объясняет Као.

Врачу достаточно капнуть новый жидкий пластырь, и он тут же затянет ранку, превращаясь на свету в твердое вещество. Его можно использовать и для лечения внутренних органов. Вещество очень пористое, поэтому поглощает избыток влаги.

Као считает, что, изменяя химический состав пластыря, можно контролировать взаимодействие между молекулами и клетками. Новое средство можно использовать и при трансплантации стволовых клеток («BBC News»).



# Трактат

## О СОБСТВЕННОЙ СЫТОСТИ и благополучии ПОТОМСТВА

«Родила царица в ночь  
не то сына, не то дочь,  
Не мышонка, не лягушку,  
а неведому зверушку»

А.С.Пушкин  
«Сказка о царе Салтане»

### Пролог

Есть много явлений, которые так или иначе, а скорее всего, и так, и иначе связаны с проблемой продолжения рода человеческого. Например, о вредном влиянии алкоголя и табачного дыма на развитие человеческого эмбриона все люди хорошо знают уже через несколько лет постэмбрионального состояния. О том, что во времена массовых стрессов, как и во время голода, многие женщины теряют способность к обзаведению потомством, тоже известно. Есть мнение, хотя и мало подкрепленное экспериментальными данными, что состав еды за определенный период, предшествующий зачатию, может определять пол человеческого зародыша. А вот изменения пола у некоторых ракообразных под влиянием диеты ученые уже зафиксировали.

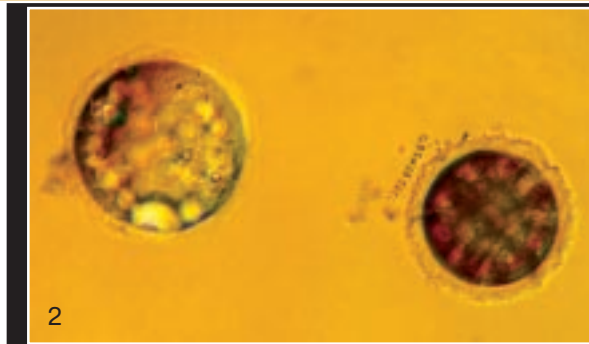
И почти ничего не известно о том, как диета матери влияет на жизнеспособность развивающейся яйцеклетки. Попробуем же с помощью одной детективной истории из жизни морских планктонных раков хотя бы немного приблизиться к ответу на этот вопрос.

### Лирическое отступление

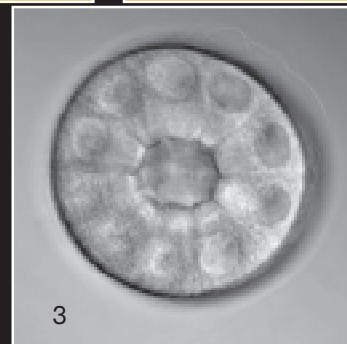
Класс веслоногих раков, или копепод (*Copepoda*) — мелких ракообразных, — насчитывает около 7,5 тысяч видов. Эти маленькие, длиной от 50 мкм до 12 мм, раки составляют до 90% от числа всех планктонных животных Мирового оке-



1



2



3



4

Антонина Ханайченко,  
кандидат  
биологических  
наук,  
Институт  
биологии  
южных  
морей  
НАН Украины

ана. От их количества и состава раков зависит, будут ли сыты личинки, мальки и взрослые планктоноядные рыбы, а значит, достаточно ли рыбы наловят рыбаки в океане, чтобы и нам с вами перепало. Морская рыба — главный источник незаменимых высококонцентрированных жирных кислот, ВЖЖ, а именно декозагексаеновой и эйкозапентаеновой. Эти кислоты не синтезируются в животных организмах, а потому называются незаменимыми (или эссенциальными). Как рыбы, так и люди получают их только с пищей. Поступив в организм животного, ВЖЖ включаются в различные биохимические циклы. От количества и правильного соотношения этих кислот в пище зависит, в частности, состояние клеточных мембран. Следовательно, благополучие человечества, или, попросту говоря, перспективы развития и выживаемость вида *Homo sapiens*, который считает себя венцом творения, но тем не менее представляет лишь одно из звеньев трофической цепи, то есть последовательности поедания одних организмов другими, зависит и от состояния популяций копепод в Мировом океане. А сами копеподы питаются микроскопическими водорослями.

### Цвета морских времен

В зависимости от солнечной активности и изменения содержания химических веществ, в океане происходят так называемые сукцессии: доминирующие группы микроводорослей, как волны, сменяют одна другую. Крайние случаи, когда водоросли размножаются особенно бурно и их концентрация достигает миллиона клеток в одном литре воды, называются «цветением».

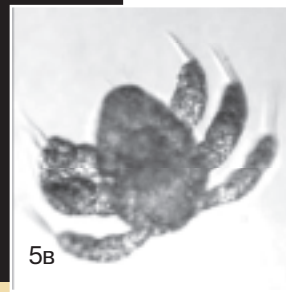
Диатомеи, микроводоросли с кремниевой оболочкой, — самая многочисленная по количеству видов и численности в Мировом океане группа фитопланктона. Поздней зимой — ранней весной они порой дают такие вспышки, что отдельные участки моря становятся коричневатыми. Когда диатомеи извлекают из воды почти весь растворенный в ней кремний, их могут сменить флагаеллы (жгутиковые), например криптофитовые, и море слегка порозовеет. Потеплеет вода, накопится органика, «зацветут» динофлагаеллы: вода станет разных оттенков — от золотистого до красновато-коричневого. Экстремальный вариант этого цветения называют «красным приливом». А у побережий, в устьях рек, где морские



5a



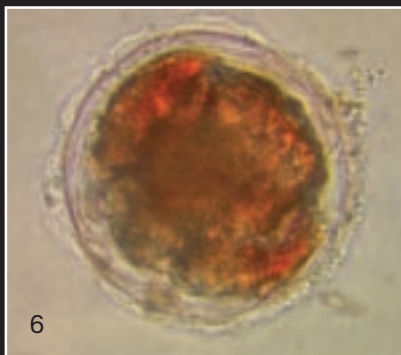
5б



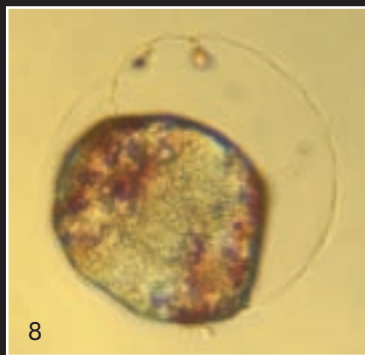
5в



## РАССЛЕДОВАНИЕ



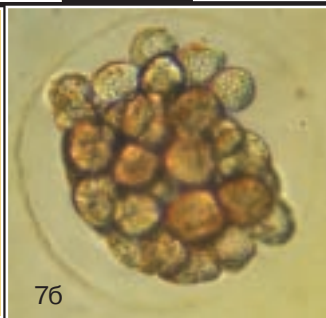
6



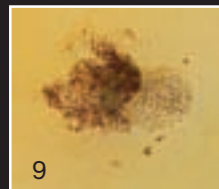
8



7a



7б



9

воды смешиваются с речными, могут «зацвети» и зеленые водоросли. Иногда, в промежутках между этими цветениями, все море становится цвета молока. Это размножаются кокколитофорида. Их отблеск виден из космоса, а сами они, возможно, причастны к потеплению климата. Каждой из этих групп микроводорослей присущи свои специфические наборы пигментов и запасных веществ, и каждая имеет свой набор и пропорции ВНЖК.

### Дело об отравителе

Долго считалось, что раз во время весеннего цветения диатомовых микроводорослей copeподы интенсивно питаются после долгой зимней голодовки, то, значит, и быстро размножаются, и в результате увеличивают свою численность. То есть именно изобилие диатомей определяет в конечном счете обилие корма (copeпод) для рыб.

И действительно, как только диатомей «зацветут», copeподы набрасываются на них и едят почти беспрерывно. Диатомей — очень питательные жирные микроводоросли, и вскоре самки copeпод начинают «нестись», как куры. Подсчитывая число отложенных яиц,

многие исследователи полагали, а часть из них до сих пор в этом уверена, что при питании диатомеями copeподы активно размножаются. Иногда, правда, констатировали: мол, такой-то процент яиц нежизнеспособен.

А в начале девяностых годов появились более точные сведения. Выяснилось: не какой-то процент, а большая часть яиц, отложенных copeподами, которые питались диатомеями, нежизнеспособны. И в конце XX века ученые из 15 научно-исследовательских институтов опубликовали сводку о том, что в лабораториях на пяти континентах при питании диатомеями у разных видов copeпод обнаружена повышенная смертность яиц. Тут-то уж одна за другой посыпались публикации, мол, да, видели, но списывали этот эффект на не совсем благоприятные для copeпод условия эксперимента. То есть все видели, но никто не хотел замечать. Как часто бывает, феномен негативного взаимоотношения диатомовых водорослей и copeпод, сначала встреченный в штучки мировым сообществом ученых, привыкшим к незыблемости фактов, теперь как снежный ком обрастает множющимися доказательствами.

Оказалось, именно в тот период, ког-

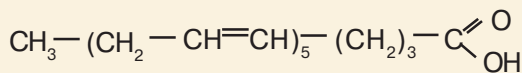
да copeподы активно питаются диатомовыми микроводорослями, у большей части яиц — до 90–100% — развитие нарушается на разных этапах: от начальных эмбриональных до только что вылупившихся науплиев (младенцев copeпод). Науплии умирают, даже не попробовав самостоятельно мамашиного лаконства — диатомей. Но после того, как на смену диатомеям приходят другие водоросли, почти из всех яиц, отложенных рачками, рождаются абсолютно здоровые жизнеспособные науплии (фото 1).

А данные по ежегодным планктонным циклам, внимательно пересмотренные исследователями, показывают, что основное пополнение в популяциях планктонных copeпод происходит не во время цветения диатомей, а после него. Неужели вкусная и полезная для мамы пища становится ядом для ее потомства?

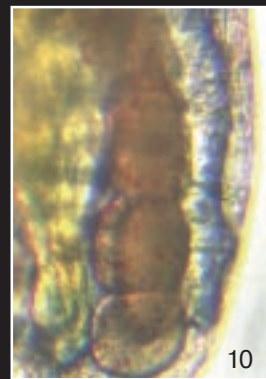
### Следственный эксперимент

Выловленных в Ла-Манше самок типичных copeпод Атлантики, а именно (именно их, как принято у биологов, по-латыни) *Calanus helgolandicus* (произносится «калянус хельголандикус») и *Calanus brevicornis* («калянус бревикорнис», а синоним — «Calanoides carinatus»), в экспериментальных условиях кормили диатомовыми водорослями, *Thalassiosira rotula* («талассиозира ротула»). По прошествии суток один за другим появились шарики яиц: покрупнее — у *Calanus helgolandicus*, помельче — у *Calanus brevicornis* (фото 2, слева от последнего — цепочка диатомей). Обычно они прозрачны, и в них видны первые деления клеток зародыша (фото 3). Но странно, в яйце, которое отложила самка *Calanus brevicornis*, у мембран разделившихся клеток сосредоточен коричневый пигмент, которого обычно нет в нормальных, почти прозрачных, яйцах. А сами производительницы этих странных яиц побледнели, их тела потеряли красноватые вкрапления. В яйцах, отложенных самками *Calanus helgolandicus*, вместо одинаковых 2,4,8 клеток видны неправильные «мыльные пузыри» (фото 4).

Прошли еще сутки. Из яиц *Calanus brevicornis* вылупились младенцы — науплии. Увы, они не похожи на нормальных сверстников (см. фото 1) и не



**Эйкозапентаеновая жирная кислота с двадцатью атомами углерода и с пятью двойными связями — предшественник простагландина, который представляет собой гормоноподобное вещество. Оно участвует в образовании протромбина-3, одного из веществ, ответственных за свертывание крови**



проживут следующие 24 часа. Это несчастные калянусные Квазимодо (фото 5): их туловища толстоваты, конечности асимметричны. Вместо четких синхронных прыжков они неуклюже двигаются по спирали и вскоре замирают. Ну, а что же с яйцами *Calanus helgolandicus*? Их уже и вовсе нет: к этому времени они ... растворились.

Тем временем самки копепод продолжали питаться диатомеями и откладывать яйца все более уродливой и неправильной формы. Вот они, вариации аномальных яиц копепод после двух суток такого питания: происходят асинхронные клеточные деления; расслаивается и утончается (фото 6) эмбриональная мембрана; эмбрионы дорастают до 16—32 клеток, но делящиеся клетки не прилегают плотно друг к другу у зародышей как *Calanus helgolandicus* (фото 7а), так и *Calanus brevicornis* (фото 7б) — нарушаются адгезивные свойства клеточных мембран; внутри неправильно развивающихся яиц с отслаивающимися мембранами появляются неравномерные скопления коричневого пигмента (фото 8); образуются пузырьки газообразных веществ, выталкивающие яйца на поверхность, где они вскоре распадаются (фото 9).

Зафиксировав все эти уродства, калянусов прекратили кормить диатомеями и поместили в абсолютно чистую воду. При этом, однако, нельзя не обратить внимание, что в крупных ооцитах, которые просвечивают сквозь покровы самок *Calanus brevicornis*, есть много плотных вкрапленных коричневого пигмента (фото 10). Откладка яиц у них задерживается. Спустя сутки лишь у *Calanus helgolandicus* появилось немного яиц, но они все еще аномальны (фото 11): отсутствует правильная оболочка. Вскоре эти яйца тоже распадаются.

Только через двое суток питания другими микроводорослями — динофлагеллятами самки *Calanus helgolandicus* отложили отдельные, прозрачные, правильно делящиеся яйца с нормально сформированной оболочкой (еще через сутки они дадут жизнь науплиям, но часть из них все же будет иметь дефекты). Характеристики яиц *Calanus brevicornis* восстановились не полностью: цитоплазма эмбрионов окрашена равномерно в коричневый цвет, свойственный диатомеям, а адгезивные свойства мембран все еще нарушены. Эмбрионы погибли, достигнув стадии восьми клеток (фото 12). Чтобы калянусы произвели на свет

нормальное потомство, им потребовалось еще несколько суток питания динофлагеллятами.

## Рабочая версия

Буквально за месяц до конца XX века группа итальянских и французских ученых опубликовала версию причин массовой гибели эмбрионов копепод. Они обнаружили, что при разрушении некоторых морских диатомовых водорослей образуются три антипролиферативных, то есть нарушающих деление клеток, химических веществ. Их идентифицировали как ненасыщенные альдегиды:  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$  — 2-транс-4-цис-7-цис-декатриеналь, 2-транс-4-транс-7-цис-декатриеналь и  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$  — 2-транс-4-транс-декадиеналь. (К сведению гурманов: подобные альдегиды были обнаружены в копченых курах, при обработке которых применяли недоброкачественное сырье.)

Что же происходит, когда копепода раскусывает клетку микроводоросли? В этом разобрался немецкий химик Георг Похнерт. Неповрежденная клетка диатомеи содержит в свободной форме только насыщенные жирные кислоты. Остальные — находятся в связанном виде. Буквально через несколько минут после повреждения клетки ее жировые компоненты, фосфолипиды, под воздействием ферментов фосфолипаз расщепляются, и образуются свободные ненасыщенные жирные кислоты. А среди них именно эйкозаноидные жирные кислоты с цепочками из 20 атомов углерода, конкретно эйкозатетраеновая и эйкозапентаеновая кислоты, которых в клетке диатомеи может быть до 40%, подвергаются воздействию специфических липоксигеназ и образуют 2,4,7-декатриенали и 2,4-декадиеналь.

Все ферменты этой специфической цепной реакции действуют в морской воде лишь несколько минут, и поэтому только в момент поедания диатомеи альдегиды образуют высокие локальные концентрации, пагубно сказывающиеся на потомстве растительноядных копепод. Таким образом, незаменимая эйкозапентаеновая жирная кислота, одна из тех, за которые люди столь ценят рыбу (а та по-

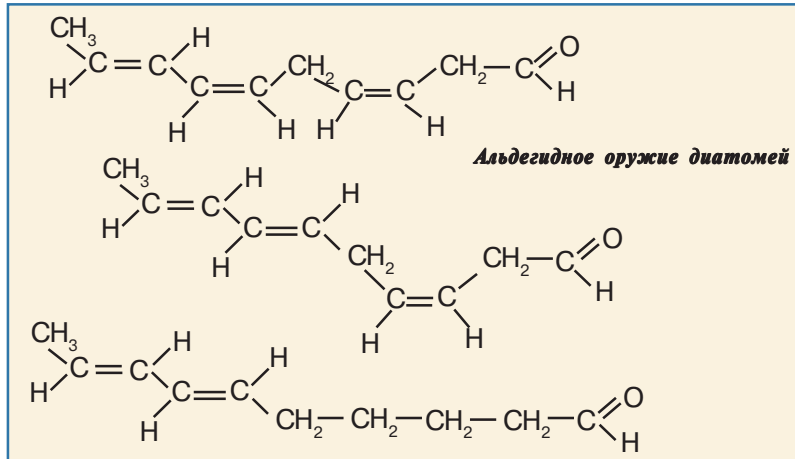
лучает ее от водорослей через посредство рачков), превращается при разрушении некоторых диатомей в высокотоксичные альдегиды. На живые растительные клетки их собственные альдегиды не действуют, но, попав с продуктами пищеварения в зародыш копеподы, нарушают его нормальный клеточный метаболизм, а значит, и развитие.

## Экспертиза патологоанатома

Похожий способ химической защиты от выедания известен: и высшие наземные растения, и бурые водоросли синтезируют летучие альдегиды из предшественников с 18 атомами углерода. Так, например, некоторые наземные растения, поедаемые без какого-либо видимого вреда травоядными взрослыми особями, срываются как abortивные средства. Этот скрытый механизм защиты действует не на организменном, а на популяционном уровне. Он снижает численность будущих поколений, никак не влияя на существующее. И есть примеры, когда растение теряет способность к выработке отравляющих веществ, если в течение нескольких поколений не испытывает «пресса хищника». То есть в тканях лабораторных культур отсутствует вещество, которое вызывает в естественных условиях цепную реакцию образования альдегидов, ядовитых для потомства животного.

Предположим, однако что планктонные ракообразные произведут меньше потомства, из-за чего выживет меньше мальков рыбы и стало быть, нам на стол попадет меньше рыбы. Неужели человечество дегенерирует от недостатка незаменимых жирных кислот?

Нет, оно купит ВНЖК в виде искусственных добавок, а сделают их непосредственно из микроводорослей. Поскольку водоросли — фотосинтезирующие организмы, для жизни им нужен свет. Практичные американцы для экономии электричества внедрились в фотосинтезирующую диатомею ген человека, который отвечает за усвоение глюкозы, и превратили ее в гетеротрофный организм, черпающий энергию от разложения сахара. Чтобы, значит, ВНЖК,



## РАССЛЕДОВАНИЕ

### Справка

Начало расследованию этой детективной истории о странных взаимоотношениях диатомей и копепоид положили известный планктонолог, доктор Серж Андре Пуле (в переводе на русский — Сергей Андреевич Курочкин), который работает на Морской биостанции АН Франции в городе Роскофе, что на Атлантическом побережье Бретани, а также его коллеги: доктора Адрианна Ианора и Антонио Миральто с Неапольской зоологической станции «Андре Дорн», основанной А.Дорном, дружившим во студенчестве с Н.Н.Миклухо-Маклаем. Именно в бретонской лаборатории в прошлом году автору удалось поставить опыты с калыянусами и отснять эту детективную фотохронику.

Миклухо-Маклай упомянут здесь не случайно: его стараниями в 1871 году была основана Севастопольская биостанция, позднее Институт биологии южных морей, ныне принадлежащий НАН Украины, где имеет счастье работать автор настоящей статьи и в стенах которой известные гидробиологи С.А.Зёрнов и В.А.Водяницкий создали свои школы и воспитали всемирно известных морских биологов. Среди них была и последний потомок известного русского балетмейстера французского происхождения Т.С.Петипа. Она положила немало своих трудов на изучение взаимоотношений копепоид и диатомей, а ее ученики и по сей день разгадывают тайны моря по всему земному шару. Из их числа, в частности, образовалась и большая школа экспертов-таксономистов — специалистов, которые достоверно определяют имена планктонных ракообразных. За помощью к ним часто обращаются из исследовательских институтов всего мира, и именно они правильно назвали одного из раков, участвовавших в этой истории, за что автор им очень признательна.

извлеченные из этой микроводоросли, добавлять в искусственные смеси для младенцев. Только... Как говорил Армен Джигарханян в фильме «Паспорт»: «Не нравится мне что-то этот гусь!» Этот же вид диатомей входит в список тех, которые при разрушении образуют токсичные альдегиды, вызывающие апоптоз — гибель клеток — зародышей копепоид и морских ежей.

Впрочем, речь не об этом, а об аналогичных процессах в человеческом организме, которые могут влиять на: а) развитие ооцитов в женском организме; б) правильное развитие плода на ранних стадиях, до его имплантации; в) жизнеспособность потомства, (включая иммунитет, умственное развитие, характеристики зрения, и т.д.).

### Обвинительное заключение

Пока еще не понятно до конца, как именно яд водоросли убивает эмбрионы ее врагов-копепоид. Да и обнаружен этот феномен только для нескольких наиболее распространенных видов диатомей. Однако ясно: токсины, высвобожденные при разрушении этих микроводорослей, повинны в десинхронизации деления ядра и цитоплазмы, и нарушают правильное построение мембраны первых клеток зародыша. Как это получается? Возможно, и так: общеизвестно, что ход развития эмбриона до 16–32 клеток определяет не собственно его геном, а матричная (информационная) РНК, скопированная при развитии ооцита с материнской ДНК. Токсины же, образованные при питании диатомеями, проникнув в ооцит, вполне способны нарушить механизм считывания генетической информации. Не исключено, что нарушения в мембранах клеток зародыша связаны также и с тем, что при питании диатомеями изменяется состав жирорастворимой фракции пигментов. Именно они должны защищать клеточные мембраны от воздействия свободных радикалов. Косвенные доказательства: 1) неравномерно распределенные вкрапления коричневого пигмента в цитоплазме аномальных эмбрионов обоих видов калыянусов; 2) накопление ана-

логичного пигмента в гонадах самок после питания диатомеями; 3) равномерное перераспределение этого же, коричневого, пигмента в эмбрионах после восстановительного питания.

На что похожи некоторые неправильно развивающиеся эмбрионы копепоид? Некоторые виды их аномалий сходны с аномалиями, которые у эмбрионов морских ежей возникают при действии препаратов, нарушающих деление клеток; у эмбрионов кролика — под влиянием канцерогенов. Похожи они и на аномалии человеческого зародыша, случающиеся при искусственном оплодотворении, а именно в период до имплантации.

А если мы вспомним из школьного курса биологии, что развитие эмбриона на ранних стадиях идет по генеральному плану, иными словами, вскоре после оплодотворения эмбрионы как маленького морского рачка, так и человека проходят аналогичные стадии, то можно сформулировать следующий вывод: плотно и сытно покушав, не забывайте — то, что приятно для собственных вкусовых рецепторов, вовсе не обязательно будет полезно для потомства, особенно зачатого вскоре после еды.

Наша детективная история — только крохотная капля в море научных данных последних десятилетий. И нам еще предстоит многое узнать о том, как много в нас и в наших детях от пищи, которую мы едим. А разгадка тайны воздействия диатомей на развитие эмбрионов копепоид может помочь, хотя бы частично, увеличить число удачных имплантаций человеческих зародышей или искать лекарства против рака. Во всяком случае, так предполагают некоторые ученые, изучавшие это явление. Например, они обнаружили, что выделенные из диатомей альдегиды эффективно ингибируют деление клеток некоторых видов рака, поражающих человеческий организм.



Выделенный из моря гриб  
*Penicillium claviforme*  
на питательной среде

# В море по грибы

**Г**рибов на нашей планете необычайно много. Уже на заре науки о грибах, микологии, шведский ученый Элиас М. Фрис считал вполне вероятным, что это самая большая в мире группа растений (к которым тогда причисляли грибы), подобно насекомым в мире животных. В 1829 году он восклицал, что можно сойти с ума, описывая грибы, и что наука пала бы в изнеможении, если бы описала все их виды, населяющие только листья.

С тех пор специалисты обнаружили более 70 000 видов грибов, и каждый год к ним добавляется около 1700 новых. Недавно ученые провели расчеты грибного многообразия с учетом еще не описанных видов. Британский профессор Д.Л.Хоуксворт в докладе Британскому микологическому обществу в 1990 году оценивал количество видов грибов на земном шаре в полтора миллиона.

Грибы есть не только на суше — на почве и в почве, в пресной воде, на разнообразных органических остатках и в живых организмах, — но и в море, где их найдено около 1500 видов. Они относятся к различным систематическим группам. Представители так называемых настоящих (высших) грибов, широко распространенных на суше, на открытых участках моря встречаются редко; куда больше их в прибрежных зонах. Вдали же от берегов и на больших глубинах живут морские виды дрожжей и зооспоровых (низших) микромицетов, преимущественно одноклеточных.

Биологи долго сомневались в существовании истинно морских высших грибов, и только в середине XX века начали выходить статьи об этих организмах. Морские грибы подразделяют на облигатные и факультативные. Первые живут и спороносят только в морях и эстуариях, а вторые попадают в море из наземной и пресноводной среды, но могут расти и, наверное, даже давать споры в соленой воде.



Большинство морских грибов настолько малы, что их не разглядеть невооруженным глазом, и лишь у немногих плодовые тела достигают 4 мм. Вода и грунт, находящиеся в постоянном движении, и многие другие факторы не позволяют им вырастать до больших размеров. Даже на глубине 4 км плодовое тело морского гриба *Oceanitis scuticella* достигает чуть более 2 мм.

Грибы и их споры есть и в морской пене, и в толще воды, и даже и на предельных глубинах Мирового океана. Споры облигатно морских сумчатых грибов снабжены слизистыми чехлами, придатками в виде кольца, колпачка, шипа, длинными отростками лентовидной, серповидной, булабовидной, цилиндрической и других форм, а в клетках содержатся капельки жира (см. рис.). Эти приспособления нужны, чтобы увеличить плавучесть спор: так им легче расселиться и прикрепиться к субстрату. Много видов поселяется на водных обитателях и в верхнем слое донных осадков. Живут они в водоемах с разной соленостью: от распресненных, в устьях рек, до крайне соленых в Мертвом море, где концентрация солей составляет 340 граммов на литр воды, — даже там недавно обнаружены мицелиальные грибы. Вероятно, есть уникальные виды грибов, способные обитать в морской, пресноводной среде и на суше, при этом некоторые из них распространены по всему свету.

**Ж**изнь грибов тесно связана с жизнью других обитателей моря: водорослями, морскими травами, беспозвоночными, рыбами, другими микроорганизмами. Грибы могут вступать во взаимовыгодные симбиозы (мутуализм), использовать другие организмы без вреда для них (комменсализм) или активно вредить «хозяину» (паразитизм). Некоторые грибы постоянно живут внутри диатомовых, зеленых, красных и бурых водорослей как эндосимбионты (внутренние сожители) или паразиты. Другие грибы поселяются на водорослях, на листьях и корневищах морских трав, на яйцах, личинках, молоди морских животных и на взрослых особях. Иногда это приводит к инфекциям и массовой гибели разных организмов не только в природных популяциях, но и в марикультуре. Паразитические морские грибы относятся к различным таксономическим группам, но подавляющее большинство среди них — низшие.

Морские грибы, подобно сухопутным, образуют с микроскопическими водорослями морские лишайники. Они встречаются на литорали морей, где прикрепляются к камням. Кроме того, в морях попадают примитивные морские лишайники, или лихеноиды, — свободные ассоциации двух партнеров (водоросли и гриба) причем водоросль может жить сама по себе.

Чрезвычайно много грибов вырастает на затонувшем дереве. Грибы-

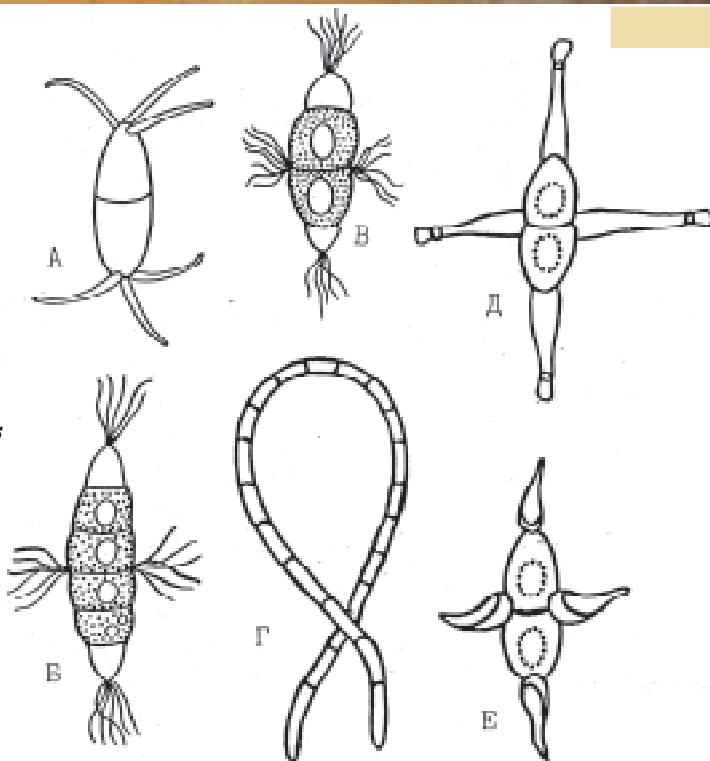




#### ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

**Факультативный морской гриб *Aspergillus versicolor* на питательной среде**

**Споры облигатно морских грибов:**  
**А — *Arenariomyces trifurcatus*,**  
**Б — *Nereiospora comata*,**  
**В — *N. cristata*,**  
**Г — *Lindra thalassiae*,**  
**Д — *Marinospora calyptata*,**  
**Е — *Halosphaeria appendiculata***



сапротрофы разрушают целлюлозу и лигнин — наиболее трудные для переработки части древесины, а вместе с морскими древоточцами и бактериями — разнообразный древесный мусор, способствуя очищению моря. Когда бактерии и грибы разлагают

природные растительные и животные остатки, а также попавшие в море продукты человеческой деятельности, возникают новые вещества, которые вовлекаются в пищевые цепи морского сообщества. Таким образом, грибы вместе с бактериями играют важ-

ную роль в морских экосистемах, разрушая и минерализуя умершие организмы и продукты жизнедеятельности.

Великая историческая заслуга грибов в том, что они помогли водным растениям выйти на сушу и начать эволюцию в новой среде. Они разрушали остатки первых растений (вероятно, водорослей, выброшенных волнами) и тем самым готовили почву для будущих переселенцев. Тогда же, наверное, грибы начали вступать с растениями в симбиозы. Микориза (объединение грибного мицелия с корнем высшего растения) обнаружена уже в триасе и встречается у 80% современных сосудистых (высших) растений. Есть гипотеза, что сами такие растения получились при «срастании» тканей водорослей и грибов.

Морские грибы заслуживают дальнейшего изучения. Это интересные организмы, практическое значение которых еще предстоит оценить.

Кандидаты биологических наук

**Л.В.Зверева,**  
**Ю.М.Яковлев**

# Возрождающийся из ила



Кандидат педагогических наук  
**Е. В. Орлов**

Орехи преподносят нам немало сюрпризов. Взять хотя бы названия. Ботаники называют орехом и растение из семейства ореховых (Juglandaceae), и «сухой односемянный невскрывающийся плод с сильно одревесневшим околоплодником». Против научных определений не возражишь, хотя они и приводят к забавным странностям. У орехов-деревьев (например, грецкого ореха) плод — не орех, а костянка с околоплодником, сначала мясистым, а затем сухим. Типичный орех-плод созревает на лещине, но и здесь не все просто: лещина (она же фундук) относится к семейству не ореховых, а березовых (Betulaceae), а иногда ее выделяют в отдельное семейство лещинных. Кокос и орешек фисташки — это костянки, плод арахиса — вообще боб.

В общем, паковать свои семена в твердую оболочку научились многие растения, и не только сухопутные. В водоемах разных стран попадают растения из семейства водноореховых, или рогульниковых (Trapaaceae). Большинство их водится в теплых краях, и лишь некоторые представители забираются на север до 57° (широта Риги, Твери, Ижевска). Так, в озерах и заводях Европейской части России попадают орешки с колючими выростами. О них и пойдет речь в этой статье.

Водяной орех (*Trapa natans* L.) — растение уникальное. У него есть и другие названия: чилим, рогульник, чертов орех и водяной каштан. Ботаники до сих пор не сошлись во мнении: считать его единым видом со множеством подвидов либо это несколько отдель-

*В конце августа в России празднуют Ореховый спас. Вот и давайте поговорим об одном нашем необычном орехе, который спас немало людей в голодные годы и сам научился спасаться от полного истребления людьми.*

**1**  
**Розетка чилима**

ных видов. Как бы то ни было, все виды рода *Trapa* схожи между собой, и латинское название *natans* — плавающий — можно отнести ко всем его представителям.

Название рогульник, как и чертов орех, произошло от необычной формы его плодов, украшенных двумя или четырьмя выростами, или рогами. Отсюда же и латинское название — *trapa*. Древние римляне защищались от вражеской конницы с помощью приспособлений, которые они называли «*calcitrappa*». Видимо, они действовали так же, как современные противотанковые «ежи»: брошенные на землю, обязательно выставляли вверх хотя бы один шип. Точно так же ведет себя и рогульник. А вот водяным каштаном растение называется из-за вкуса плодов, напоминающих вареные каштаны.

Водяной орех — травянистое однолетнее растение. Он предпочитает неглубокие, до 2,5 м, водоемы с илистым грунтом. Там орех закоривается за дно и прорастает. Его корень, в отличие от всех других растений, вна-

чале поднимается вверх и лишь затем, загибаясь, начинает расти вниз и забирается в ил.

У чилима разные не только названия, но и листья. Это явление называется гетерофиллией, оно характерно для многих водяных растений. Вначале на стебле появляются нитевидные листья. Они быстро опадают, и вырастают другие — длинные, рассеченные на волосовидные доли, способные к фотосинтезу. Эти листья находятся под водой и не вносят большого вклада в снабжение растения энергией. Наконец, орех выбрасывает на поверхность воды одну или несколько розеток глянцевых, ярко-зеленых листьев (фото 1). Диаметр такой розетки — 15—30 см. Листья чилима ромбические, с зазубренными краями, немного напоминают березовые. Благодаря разной длине черешков они расположены мозаично, не налегая друг на друга, и очень скудно. В черешках есть специальные плавки — вздутия, заполненные воздухоносной тканью азренхимой, поэтому розетка прекрасно держится на поверхности воды даже в ветреную погоду.

**4**  
**Разнообразие форм плодов чилима**





**2**  
*Розетки чилима к конце сентября приобретают багряные оттенки*

**3**  
*Сплошные заросли чилима осенью*



В сентябре листья водяного ореха краснеют, как у наземных растений наших широт, и черешок легко отламывается от стебля. Именно чилим, разросшийся по поверхности водоемов, одевает в «багрец» озера и заводи (фото 2, 3).

Водяной орех — растение таинственное. Жизнь его полна загадок. Например, не вполне ясно, как опыляются его цветы. Чаще всего происходит самоопыление, причем иногда даже в нераскрывшихся цветах. А некоторые исследователи считают, что над опылением водяного ореха трудятся перепончатокрылые (пчелы, осы), которые рано утром в изобилии над ним летают. Если вспомнить, что ближайшие родственники чилима — кипрейные, в том числе и прекрасный медонос иван-чай, такое, наверное, возможно. Цветет рогольник в июле, а плоды созревают в октябре.

Форма орехов может варьировать (фото 4). В Пустыньских озерах мы нашли четыре их модификации. Два крупных рога, оканчивающихся шипами, было у каждого ореха, а вот вто-

рая пара более мелких рожок могла отсутствовать, или был только один рожок. Да и по величине эта пара рожок у разных орехов сильно различалась — от крупных, похожих на первую пару, до совсем мелких и тонких придатков. И совсем редко встречались плоды с четырьмя шипами на всех рожках.

С плодами связана еще одна загадка водяного ореха — неожиданный рост его численности после почти полного исчезновения. Сейчас водяной орех занесен в Красную книгу России, однако ранее он сплошь и рядом встречался в озерах, заводях и старицах рек средней полосы: в Ярославской, Ивановской, Московской, Владимирской, Рязанской, Нижегородской, Смоленской, Калужской, Брянской, Липецкой, Пензенской, Воронежской областях, а также в Чувашской и Мордовской республиках и в низовьях Волги. Рос он и на Дальнем Востоке. Особенно много его было под Астраханью. Астраханцев за пристрастие к вкусным плодам водяного ореха даже называли чилимниками.

Плоды чилима действительно ценны.

Они содержат до 50% крахмала и до 18% масла, едят их в печеном и вареном виде. Еще фракийцы изготавливали из него хлеб. Кроме того, это ценное лекарственное и красильное сырье. В древности плоды ореха служили и для украшения одежды, и как талисманы. Такая нужда в чилиме угрожала его существованию. В теплых странах, где орех господствует в водных экосистемах (в Африке озеро Ньяса так и переводится с местного наречия — «жилище водяного ореха»), он вряд ли исчезнет. В Китае, Японии и Индии его культивируют. Иначе обстоит дело на северной границе ареала: здесь чилим вынужден постоянно бороться за выживание. Лимитирующим фактором его жизни становится холод. Для прорастания семян рогольника требуется период покоя не менее 4—6 месяцев и достаточно высокая температура воды — не ниже 10—12° С. Поэтому массовое потребление водяного ореха в средней полосе (высокие широты для этого растения) тут же сказывается на его численности.

Сейчас во многих местах России чилим почти исчез. Например, его уже нет в Ульяновской области. В Нижегородской области рогольник прежде встречался в мельничных запрудах и заводях таких рек, как Ока, Сережа, Теша, Узола, и в нескольких озерах южных районов. Ботаники рассказывают, что именно водяной орех во время Великой Отечественной войны помог эвакуированным в Нижегородскую (тогда Горьковскую) область ленинградцам восстановить силы после блокадного голода.

Но уже в 1974 году чилим находили только в четырех озерах области: Великом и Паровом из системы Пустыньских озер Арзамасского района, в озерах Ветерево и Подборное в пойме реки Оки Выксунского района. Перепромысел чилима губительно сказался на численности его популяции. В 90-х годах XX столетия в Нижегородской области чилим находили лишь в озере Паровое, причем и там насчитывали буквально единичные экземпляры. Однако вторая половина девяностых годов оказалась поворотной для популяции рогольника в этих озерах.





## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Члены экологических экспедиций школы № 35 Нижнего Новгорода были свидетелями взлета его численности. В 1996 году они нашли 200 розеток ореха лишь в одном озере системы Пустыньских озер, а в 1997 году уже в двух озерах насчитали 600 розеток ореха. В озеро Великое чилим был реинтродуцирован из озера Паровое усилиями директора биостанции Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. В 1998 году в заводи озера Великое удалось обнаружить еще одну точку произрастания чилима, попавшего туда естественным путем, а общее количество розеток взлетело до 4000. В 1999 году с великим трудом пересчитали розетки водяного ореха, определив их численность в 30 000. Произрастал он уже в трех озерах. Чилиму удалось распространиться вниз по течению в озеро Долгое. Вновь появился он и в заводях Оки под городом Павлово.

По-видимому, столь резкий скачок численности рогульника можно объяснить уникальными свойствами этого растения. Самое главное из них — это умение долгое время пережидать неблагоприятные условия в иле родного водоема. Считается, что семена рогульника, погруженные в ил, способны не терять всхожести до пятидесяти лет. Значит, и через десять, и через двадцать лет при благоприятных условиях орехи могли разом проснуться и прорасти. Причем каждый год прорастали не только свежие орехи, но и возрождались из ила те, что накапливались там десятилетиями.

Но может быть, водяной орех способен на большее? Действительно, чилим в Нижегородской области считается реликтом межледниковой эпохи. Он пережил последнее оледенение, оставившее многочисленные следы и в месте его нынешнего произрастания. Как это теплолюбивое однолетнее растение смогло выдержать холод, пришедший вместе с языками ледников? Да точно так же — зарылось в ил до теплых времен. Только ждать семенам пришлось не десятилетия, а тысячелетия. Поистине водяной орех можно назвать растением, восстающим из ила.

Другое необычное свойство чилима —

умение расселяться на значительные расстояния вниз по течению. Длинный нитевидный стебель, связывающий листья с корнями, непрочен. Часто он отрывается от корней, и растение пускается в свободное плавание. Да и сам созревший плод может оторваться и уплыть. Есть у рогульника и другой, более активный способ расселения. Ну какой еще орех может прицепиться к шерсти или перьям животных, которые понесут его далеко-далеко? А вот у чилима для этого есть специальное приспособление. Помните, мы говорили о том, что как ни положишь орех, у него оказывается тор-



чащим вверх один из рогов с шипом? Шип устроен сложно: от прочной центральной оси, растущей вверх на 5–6 мм, по обе стороны отходят до десяти тонких острых шпиков, направленных вниз под острым углом (фото 5). Это устройство работает как гарпун. Им орех и вцепляется в зверя или птицу.

Какие животные переносят орехи из водоема в водоем? Для того чтобы ответить на этот вопрос, мы решили посмотреть, в каких местах произрастает рогульник и какие лесные жители их посещают. Похоже, что из млекопитающих чаще всего в мелководные заводи озер и рек забредают лоси. Это типично «болотные» животные, они часто пасутся на мелководье и поедают водные растения. Пробираясь среди зарослей чилима, лось вполне может прицепить на свою шерсть орехи.

Однако сейчас, когда лоси нечасто заглядывают на берега Пустыньских озер, расселением орехов занимаются утки. Они предпочитают мелководные заводи, где в изобилии встречается чилим. Мы неоднократно наблюдали их пасущимися среди розеток рогульника. Потревоженная утка резко взлетает, не обращая внимания на прицепившийся к ее перьям орех, и переносит его в другую заводь или озеро. Усевшись на воду и успокоившись, утка сбрасывает с себя орех, поселяя таким образом чилим на новое место жительства.

Какие же естественные враги есть у чилима Пустыньских озер? Оказалось, что ядра орехов научились поедать ондатры. Их крепкие резцы легко расправляются с молодыми и еще достаточно мягкими плодами. Из насекомых чилиму угрожает обыкновенная тля. Полчища этих насекомых нападают на поля рогульника. В августе серый слой погибшей тли, как пепел, покрывает листья водяного ореха. Господство одного вида и водяному растению не идет на пользу, предоставляя вредителям возможность сильно размножиться. В нашем случае, однако, тля не причинила большого вреда рогульнику.

Зеленые сочные розетки служили кормом для лосей — этих «полуводных» копытных. Однако за последнее время численность лосей сильно упала, и их ни в коем случае нельзя отнести к пожирателям чилима. Лоси давно исчезли из Пустыньских лесов, ондатра встречается редко, тля не наносит серьезного урона чилиму. Выходит, что, кроме человека, серьезных врагов у водяного ореха нет.

Рогульник — единственный орех, который освоил водную стихию, — оказался уникальным растением. Самая главная его способность — умение возрождаться из ила. Возможно, она поможет ему пережить даже человечество, занесшее рогульник в Красную книгу, но ничего не предпринявшее для его сохранения. Ведь кто знает, когда пробудятся к жизни те рогатые орешки, что лежат сейчас на илистом дне в тихих заводях рек и озер?





## РАЗМЫШЛЕНИЯ

В конце 60-х годов, после того как появилась книга Конрада Лоренца «Так называемое зло. К естественной истории агрессии» (1964), партийные бонзы науськивали наших преподавателей (в основном по марксистско-ленинской философии) на этологов. Я в то время была студенткой МГУ и хорошо помню разгромные лекции, на которых смешивали с грязью эту книгу и ее автора — книги, разумеется, никто из нас и в глаза не видел. (Теперь, по счастью, ее можно прочитать в русском переводе.) Лоренц доказывал, что агрессивность изначально присуща человеку, как и многим животным, а вовсе не возникает в «плохих», несовершенных общественных структурах — но и не может исчезнуть в сколь угодно гуманном обществе.

Австрийский биолог Конрад Лоренц и его друг и единомышленник голландец Нико Тинберген по праву считаются основателями этологии — науки о поведении животных в естественной среде. В то время многих биологов возмущала позиция ученых, которые осмеливаются говорить о побуждениях животного, о внутренних причинах, управляющих его действиями. Для этологов было привычным обвинение в антропоморфизме — приписывании животным человеческих черт и чувств. Антропоморфизм полагали сентиментальным заблуждением, недостойным серьезного исследователя. Особенно на этом настаивали бихевиористы (от англ. behavior, поведение) — представители научной школы, возникшей в начале XX века в США. Бихевиористы руководствовались универсальной формулой «стимул — реакция»: на определенный стимул животное отвечает определенной реакцией, но что при этом творится у него в голове, мы не знаем — и знать не можем в принципе. Лоренц, со своей стороны, доказывал, что с помощью правильно поставленных экспериментов люди могут выносить объективные суждения о мыслительных процессах животного и что способности человека мыслить, чувствовать и осознавать, при всей их уникальности, возникли в результате эволюции и имеют «корни» в животном мире. Например, рассказывая о серых гусях, он употреблял выраже-



# Квартирный вопрос

Кандидат  
психологических наук  
**О.Р.Арнольд**

*Человек не ангел  
и не животное,  
и несчастье его  
в том, что  
чем больше  
он стремится  
уподобиться ангелу,  
тем больше  
превращается  
в животное.*

Блез Паскаль

ние «они влюбляются» и на замечание, что это — чистейший антропоморфизм, отвечал: «Это точный термин, выражающий конкретное явление, для которого не существует иного названия. И на мой взгляд, он приложим к животным любого вида, если, конечно, с ними происходит именно это» (цитирую по книге Карен Прайор «Несущие ветер»). Отвечая на обвинение в том, что он очеловечивает животных, Лоренц утверждал, что, как раз наоборот, он демонстрирует то огромное наследие, которое получили от животных люди.

Разумеется, не любое перенесение на животное человеческих качеств (особенно качеств конкретного человека) научно обоснованно. Например, моя соседка с внешностью фотомодели говорит про своего американского коккер-спаниеля: «Конечно, Лаки пора бы постричь... Но, бедняжка, стриженный он так переживает — у него такие кривые задние лапы!» А подруга, которой я пожаловалась на недостойное поведение моей собаки Глаши, тут же нашла причину: «Она у тебя сбрендилась не только от жары, но и из-за того, что так растолстела. Толстым жить трудно, они от этого впадают в депрессию». (Моя подруга всю свою сознательную жизнь борется с лишним весом, который теперь, по мнению знакомых, остается лишь в ее воображении.)

А вот совсем не забавный пример «бытового антропоморфизма»: один суковладелец (мне трудно найти подходящий для печати термин) считал, что его собака во время течки специально привлекает к себе ухажеров, и нещадно ее бил. Это даже не невежество, а воинствующая глупость.

Кому-то из читателей, вероятно, захочется не эту несчастную собаку сравнить с женщиной легкого поведения, а ее хозяина назвать «зверем». Но дело в том, что и это неверно. «Зверское» в человеке — вовсе не обязательно плохое, чаще наоборот. Более того, многие особенности психики и поведения, которые принято считать сугубо человеческими, передались нам по наследству от животных. Дальше мы поговорим об одной из таких особенностей — территориальном поведении.

Не случайно именно с рассмотрения различных форм территориального поведения начинается книга Лоренца об агрессии. Ведь животное чаще всего нападает, защищая свою территорию. Но при этом любые отношения с собратьями по виду — забота о детенышах, супружеский союз или жизнь в стае — заставляет животное сдерживать свою агрессивность, мириться с присутствием «другого». Так что изучение территориального поведения

делает понятным многое в поведении вообще.

Различные формы территориального поведения существуют у очень многих животных, во всяком случае у позвоночных. Млекопитающие, ведущие одиночный образ жизни, например медведи, строго охраняют территорию, изгоняя любого сородича, нарушившего границу. Даже медведь с медведицей встречаются мирно только раз в году, во время ухаживания и спаривания. Но чаще, особенно у хищников, охрана территории бывает привилегией самцов, они метят территорию и ее защищают, самки же играют второстепенную роль. На территории самца, как это принято, например, у тигров, могут жить несколько самок с детенышами — естественно, его детенышами. У животных, которые образуют стойкие супружеские пары, самец и самка охраняют территорию вместе; так ведут себя многие птицы. Наконец, те, кто живет большими семьями или ведет стайный образ жизни, защищают общую территорию совместно под руководством доминирующего самца или самки. Это в обычаях, среди прочих, у гиеновых собак и у мелких хищников из семейства виверровых, например у сурикатов и карликовых мангустов.

Территория, которую занимает животное или группа животных одного вида, делится на неравноценные составляющие. Главная ее часть — место, где находится логово, где рождаются и растут детеныши, охраняется особо строго. Остальное пространство, где животное добывает себе корм, — это «второстепенная» территория, на которой общение с чужаками в ряде случаев допускается; порою в этих местах даже пересекаются территории разных индивидов или семей, и они общаются вполне по-дружески.

Похожая градация территории существует и у домашних животных. Наше счастье, что собаки четко различают «логово», в котором надо соблюдать полную чистоту, и «просто территорию», которую можно метить, но пачкать на ней нельзя. Это хорошо заметно, например, когда городских псов вывозят на дачу. Обычно они считают своей территорией огороженный участок, границы которого метят, а по большим делам просят на улицу. Эту территорию животное строго охраняет, причем не только от своих собратьев-чужаков, но и от чужих людей — на этом и основано воспитание сторожевых собак.

Если участок не огорожен забором, это создает для собак некоторые сложности. Тогда они могут и самостоятельно очертить границы. Маленькая девочка-шпиц моих друзей, напри-

мер, взялась охранять территорию гораздо более обширную, чем участок ее хозяев. Она набрасывалась на соседей, которые проходили мимо по дороге, а однажды, прогоня чужака на мотоцикле, умудрилась под него попасть и повредила себе лапку, по счастью, не слишком серьезно. К тому же бедняжка почти не спала, пребывая в постоянных заботах о неприкосновенности территории. Когда забор наконец-то поставили, это очень облегчило ей жизнь. Ведь она вовсе не была злобной стервой, как считали покосившие соседи, а просто серьезно относилась к своим «обязанностям».

Часто приходится читать в газетах заметки о собаках, «беспричинно» нападающих на прохожих. Теперь читателю легко догадаться, что причиной может быть не врожденная злобность и испорченность животных, а территориальное поведение в городских условиях — проявление естественной реакции в обстановке, далекой от той, в которой обитал предок наших собак. В большинстве известных мне случаев бродячие собаки кусали людей, нарушающих границы их территории. Например, у нас в Ясенево есть пустырь, который облюбовала весьма агрессивная стая, — именно там кусают чаще всего. Стаи, возглавляемые более умными вожаками, и к людям, и к домашним собакам относятся терпимо, как будто знают, что от этого зависит их благополучие. Исключение — суки, которые охраняют логово с щенками.

Здесь мы снова возвращаемся к вопросу о разных категориях территории, о логове и охотничьих угодьях. У собаки, живущей с хозяевами, есть совершенно неприкосновенное «место» — подстилка или любимое кресло (об этом мы еще поговорим), есть квартира или огороженный двор, куда чужаки не допускаются. Но у многих видов хищников, в том числе псовых, бывает обширная охотничья территория, которую делят между собой члены одной стаи или даже несколько стай. Очевидно, подъезд, лифт, прогулочная площадка для городского пса — именно такое место, которое его «стая» (семья хозяев плюс он сам) делит с другими. С этими «другими» (как собаками, так и людьми) у собаки могут быть нейтральные, враждебные или дружеские отношения. Если собака хорошо знает своих соседей по дому, обычно отношения складываются мирные. Но если взрослая собака переезжает на новое место жительства, она должна утвердить себя среди своих сородичей. Три месяца назад в соседнем с нашим подъезде появился двухлетний английский спа-

ниель Браун, у которого умер прежний хозяин. Первые три месяца он облаивал на прогулках всех встречных собак, как будто внушал им: «Я здесь живу! Я главный!» Теперь он со всеми познакомился, хорошенько изучил общую «охотничью» территорию — и лаять перестал.

Забор вокруг участка очень удобен для собак; он служит барьером, ограждающим их от соперников, даже если он только обозначен несколькими столбиками. В поселке, где находилась дача нашей семьи, есть пес, для которого границы участка, отмеченные угловыми столбами забора, служат как бы заводным ключиком. Как только прохожие на улице пересекают невидимую черту, соответствующую границе, этот овчароидный дворянин заливается яростным лаем и лает до тех пор, пока люди не минуют второй пограничный столб — а тогда замолкает; его функция выполнена. Каюсь, мы с мужем не раз слонялись мимо него просто так, без всякого дела — только для того, чтобы понаблюдать за этим истовым сторожем.

Территориальность наших домашних собак имеет много общих черт с территориальным поведением их сородичей. Фарли Моуэт прекрасно описал в «Не кричи: волки!», как волки свято блюдут территорию — и свою, и чужую; он сам выгородил себе небольшой участок их же способом, и волки уважали его территорию, даже протоптали новую тропинку, чтобы не нарушать ее неприкосновенность, и периодически метили границу со своей стороны.

Считается, что, в отличие от кошек, собака привязывается к хозяину, а не к месту. Это не совсем так: одни собаки целиком и полностью сосредотачиваются на человеке, для других большое значение имеет дом. Если они теряются на прогулке, то встречают хозяина возле подъезда. Глаша — яркий тому пример: ей очень нужен дом, причем домом может быть не только квартира, но и палатка или машина, в которой она едет вместе с нами. Однажды, когда наш отпуск на Утришской биостанции подходил к концу, мы сняли палатку и стали паковать вещи, Глаша просто впаала в панику: дома больше не было! А потом вскочила в машину и не хотела выходить из нее, хотя сборы заняли у нас несколько часов.

Глаша, хотя и девочка, метит территорию — черта, у сук очень редкая. Но даже если собаки женского пола территорию и не метят, все же понятие о ней у них есть. У четвероногого члена семьи в человеческом жилище обязательно должен быть свой уголок. (Не все знают, что это касается не только

собак, но и кошек.) Собаке не нужно много места — но свое место у нее должно быть обязательно; если этого нет, то она очень нервничает. Правда, у большинства знакомых мне псов не одно место, а несколько (обычно это кресла), но настоящее «место» должно быть в единственном числе: то, куда собака отправится по вашему приказу. Собаки обычно очень ревниво относятся к своему месту; Глашенка однажды три часа просидела на своей подстилке у двери, потому что гостья наступила на ее одеяльце. Только дождавшись ухода «невоспитанной» посетительницы, она ушла из передней. Теперь вместо одеяла Глаше принадлежит специальный собачий диванчик-коробочка, которую она любит еще больше — и охраняет еще тщательнее.

А у добермана Гриши несколько любимых диванов. Когда хозяин садится на него, Гриша на него лает, и обычно человек уступает псу. А когда у него временно отобран его любимый диван на даче, он был страшно недоволен. В холодное время в доме отапливалась только одна комната, именно та, где он любил отдыхать летом, и хозяева постелили себе на «его» диване, выселив пса на подстилку, на пол. Однако доберман не растерялся: несколько раз за ночь он открывал дверь на холодную половину и, пока хозяин вставал и ее закрывал, он быстрехонько нырял на его место. Проходило немало времени, пока его выставляли из теплой постели... А затем все повторялось.

Это уже не просто территориальное поведение, а зачатки частной собственности! Впрочем, это всем знакомо — попробуйте отобрать у собаки косточку! Чап, песик моей подруги (шестнадцать лет мы все считали его русским спаниелем, а на семнадцатый оказалось, что он типичный англичанин), один раз в жизни нарушил страшное табу — вскочил на скамейку во время обеда и сцапал кусочек мяса из человеческой тарелки. А предыстория была такова. Хозяйка разливала суп и, вытащив большую косточку, показала ее Чапу со словами: «Это тебе». А потом решила, что на кости осталось слишком много мяса, и, срезав кусочек, положила его в тарелку дочери — сто-

яли не слишком сытные времена. Вот именно этот кусочек Чап и вернул в свою собственность!

А однажды Чап собрался уходить из дома с вещами. Утром он вертелся на кухне под ногами у хозяйки и случайно получил довольно сильный пинок. Тогда он собрал все свои любимые игрушки, резиновую лягушку, мячик и кольцо, положил их у порога и сам улегся у входной двери, уткнувшись в них носом. Так он и лежал целый час, пока хозяйка крутилась возле него и вымаливала прощение, — и простил ее, лишь когда она окончательно опоздала на работу...

У наших ближайших родственников-приматов, конечно, тоже есть и понятие о собственности, и территориальное поведение. Есть оно и у нас. Люди — тоже территориальные животные. В конце концов, практически все войны велись и ведутся за земли, и, по сути, это мало чем отличается от территориального конфликта между стаями шимпанзе — разве что оружие у нашего вида совершеннее. Но своя территория нужна не только народу, но и семье, и каждому человеку. (Впрочем, таким же противоестественным был и урбанизм в целом, какова бы ни была политика государства, строящего большие дома с малогабаритными квартирами.) Возможно, Ле Корбюзье был гениальным архитектором, но его изумительные здания внутри разделены на крохотные неудобные жилые клетушки. Не надо быть Булгаковым, чтобы заметить, что квартирный вопрос портит людей. Психологи это тоже знают. Недаром сейчас во всех цивилизованных странах нормой считается, когда у каждого члена семьи есть собственная комната плюс большая гостиная, где все могут собираться и общаться между собой. Если к хозяевам приезжают гости, то живут они именно в комнате для гостей, никого не стесняя.

Как и у животных, наша территория подразделяется на совершенно личную — нашу постель, свою комнату; на те помещения, которые мы делим с самыми близкими, и, наконец, на более широкое пространство, куда ходят уже и не совсем ближние (например, двор). Только очень близкие



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

друг к другу супруги могут делить свои личные территории — и еще, пожалуй, мать с грудным ребенком. Между тем неуважение людей к личной, частной жизни иногда просто поражает: без предупреждения приехать на пару недель к родичам или знакомым до сих пор у многих считается в порядке вещей. Несколько молодых семей на моей профессиональной памяти распалось именно потому, что в их квартире постоянно жили родственники из провинции.

Ребенку собственная территория нужна чуть ли не больше, чем взрослому. Пусть это будет не отдельная комната, а небольшой уголок, ширма, за которой стоит детская кроватка и тумбочка с игрушками, — но это «его место», и здесь можно делать что угодно, даже не убирать на ночь разбросанные игрушки. Если в детстве у человека не было собственного угла и своих вещей, которыми он лично распоряжается, то и во взрослой жизни он не сможет различать «свое» и «чужое». В свое время теоретики коммунизма сумели настолько оторваться от реальности, что создали систему общаг, где у человека не оставалось ничего своего. (Боролись не только с частной, но и с личной собственностью!) Хотя, может быть, они сознательно рассчитывали поломать человеческую природу и создать «нового человека»? Но если так, эксперимент был скорее неудачным. Бескорыстие так и не стало характерной чертой любого советского человека, а готовность «все поделить» проявлялась лишь тогда, когда делили чужое. Так называемые «советские люди», продукты великих строек, общаг и барачков, зачастую спокойно несли домой с родного производства все, что плохо лежит, — и оскорблялись, если их поведение называли воровством. В то же время естественную привязанность к личным вещам многие считали чем-то зазорным — «мещанством» или «вещизмом».

Очевидно, более достойно человека разумного не отрицать, а уважать свою общность с животными, свои «корни». Не следует сверх меры идеализировать патриотизм или любовь к домашнему очагу; подобие этих возвышенных чувств есть и у спаниеля. Но если кто-то встал ногами на ваше одеяло — не забывайте, что у вас имеется естественное право прогнать чужака. Конечно, лучше не рычанием, а словами.



Конрад Лоренц

# Так называемое ЗЛО

## К естественной истории агрессии



### Из главы 3 «Чем хорошо зло»

Для чего вообще борются друг с другом живые существа?..

Неспециалисты, сбитые с толку сенсационными выдумками прессы и кино, представляют себе взаимоотношения «диких зверей» в «зеленом аду» джунглей как кровавую борьбу всех против всех. Совсем еще недавно бывали фильмы, в которых можно было увидеть, например, схватку бенгальского тигра с питоном, а сразу после этого — питона с крокодилом. С чистой совестью

могу заявить, что в естественных условиях такого не бывает никогда. Да и какой смысл одному из этих зверей уничтожать другого? Ни один из них жизненных интересов другого не затрагивает!

Точно так же и формулу Дарвина «борьба за существование», превратившуюся в модное выражение, которым часто злоупотребляют, непосвящен-





Перевод  
Г.Ф.Швейника

ные чаще всего ошибочно относят к борьбе между различными видами. На самом же деле «борьба», о которой говорил Дарвин и которая движет эволюцию, — это в первую очередь **конкуренция** между ближайшими родственниками. То, что заставляет вид, каков он сегодня, исчезнуть или превращает его в другой вид, — это какое-нибудь удачное «изобретение», выпавшее на долю одного или нескольких собратьев по виду в результате совершенно случайного выигрыша в вечной лотерее Изменчивости. Потомки этих счастливых очень скоро вытеснят всех остальных, так что вид будет состоять только из особей, обладающих новым «изобретением».

...Функция сохранения вида гораздо яснее при любых межвидовых столкновениях, нежели в случае внутривидовой борьбы. Взаимное влияние хищника и жертвы дает замечательные образцы того, как селекционное давление некоторой функции вызывает соответствующие приспособления. Быстрота преследуемых копытных вырабатывает

Австрийского биолога Конрада Лоренца (1903—1989) у нас знают в основном как автора популярных книг «Человек находит друга» и «Кольцо царя Соломона» (почему так сложилось, подробно рассказано в статье О.Р.Арнольд в этом же номере «Химии и жизни»). Мало кто задумывается, за что, собственно, Конрад Лоренц и Нико Тинберген получили Нобелевскую премию 1973 года, в чем состоял их научный подвиг. Книга «Оборотная сторона зеркала» (М.: «Республика», 1998), в которую вошли «Восемь смертных грехов цивилизованного человечества» (1973), «Так называемое зло. К естественной истории агрессии» (1963) и «Оборотная сторона зеркала. Опыт естественной истории человеческого познания» (1973), восполняет этот пробел в нашем образовании.



## АРХИВ

мощную силу прыжка и страшно вооруженные лапы у крупных кошек, а те, в свою очередь, развивают у жертвы все более тонкое чутье и все более быстрый бег... Но такого рода «борьба» между поедающим и поедаемым **никогда** не приводит к полному уничтожению жертвы хищником; между ними **всегда** устанавливается некое равновесие, которое — если говорить о видах в целом — выгодно для обоих... Кто непосредственно угрожает существованию вида — это, как уже было сказано, не «пожиратель», а конкурент, именно он и только он. Когда в давние времена в Австралии появились динго — поначалу домашние собаки, завезенные туда людьми и там одичавшие, они не истребили ни одного вида из тех, что служили им добычей, зато под корень извели крупных сумчатых хищников, которые охотились на тех же животных, что и они

Но также и в другом отношении столкновение между хищником и добычей не является борьбой в собственном смысле слова... Различие внутренних побуждений ясно видно уже по выразительным движениям. Когда собака в охотничьем азарте преследует зайца, у нее бывает точно такое же напряженно-радостное выражение лица, с каким она приветствует хозяина или предвкушает что-нибудь приятное. И по львиной морде в драматический момент перед прыжком можно вполне отчетливо видеть, как это зафиксировано на многих превосходных фотографиях, что он вовсе не зол. Рычание, прижатые уши и другие выразительные движения, связанные с боевым поведением, можно видеть у охотящихся хищников только тогда, когда они всерьез боятся своей вооруженной добычи — но и в этом случае лишь в виде намека.

Ближе к подлинной агрессии, чем нападение охотника на добычу, стоит интересный обратный процесс: «контратака» добычи против хищника. Особенно это касается стадных животных, которые всем скопом нападают на хищника, стоит лишь им его заметить: поэтому в английском языке описываемое явление называется «mobbing» (травля). Нападение на хищника-пожирателя имеет очевидный смысл для сохранения вида... С помощью травли многие птицы отгоняют обнаруженную днем сову так далеко, что на следующий вечер ночной хищник охотится где-нибудь в другом месте. Особенно интересна функция травли у ряда птиц с высокоразвитой общественной организацией, таких, как галки и многие гуси. У первых важнейшее значение травли для сохранения вида состоит в том, чтобы показать неопытной молодежи, как выглядит опасный враг. Такого врожденного знания у галок нет. У птиц это уникальнейший случай передачи знания с помощью традиции!

## Из главы 7 «Формы поведения, аналогичные моральным»

Каждая неопытная индейка, только что впервые высидевшая индюшат, нападает на все предметы, движущиеся возле ее гнезда. У такой птицы нет врожденного «знания», как именно выглядят хищники, которых нужно отгонять. На беззвучно приближающееся чучело ласки или хомяка она нападает не более яростно, чем на чучело индюшонка, но, с другой стороны, готова тотчас по-матерински принять обоих хищников, если они предъявят «удостоверение индюшонка» — магнитофонную запись цыплячьего писка — через встроенный микродинамик. Сильное впечатление — видеть, как такая индейка, только что яростно клевавшая беззвучно приближавшегося птенчика, с материнским призывом расправляет перья, чтобы с готовностью принять под себя пищущее чучело хорька, подменного ребенка в самом отчаянном смысле слова.

Единственный признак, который, по-видимому, врожденным образом усиливает реакцию на врага, — это волосистая, покрытая мехом поверхность. По крайней мере, из наших первых опытов мы вынесли впечатление, что меховые чучела раздражают индеек сильнее, чем гладкие. В таком случае индюшонок — а он имеет как раз подходящие размеры, движется около гнезда, да еще вдобавок покрыт пухом — просто не может не вызывать у матери постоянного оборонительного поведения, которое должно столь же постоянно подавляться цыплячьим писком, чтобы предотвратить детоубийство. Это относится, во всяком случае, к птицам, выводящим потомство впервые и еще не знающим по опыту, как выглядят их собственные дети. При индивидуальном обучении рассматриваемые формы поведения быстро меняются.

Только что описанный примечательно противоречивый состав «материнского» поведения индейки заставляет нас задуматься. Совершенно очевидно, что не существует ничего такого, что, как целое, могло бы быть названо «материнским инстинктом» или «инстинктом заботы о потомстве»; более того, нет даже врожденной «схемы» врожденного узнавания собственных детей. Целесообразное, с точки зрения сохранения вида, обращение с потомством является скорее результатом множества эволюционно возникших форм движения, реакций и торможений, организованных Великими Конструкторами таким образом, что все вместе они действуют при нормальных внешних условиях как целостная система, «как будто» данное животное знает, что ему нужно делать в интересах выживания вида и его отдельных особей. Такая система уже **является** тем, что вообще можно было бы назвать «инстинктом», а в случае нашей индейки — инстинктом заботы о потомстве. Но это понятие, даже если рассматривать его указанным образом, вводит в заблуждение, поскольку функции этой системы не ограничиваются теми, которые соответствуют определению данного понятия. Напротив, в ее общую структуру встроены и такие побуждения, которые имеют совершенно другие функции, как в нашем примере агрессия и включающие ее рецепторные механизмы. Кстати, тот факт, что индейка разъяряется при виде пушистых птенцов, бегающих вокруг гнезда, — это отнюдь не нежелательный побочный эффект. Напротив, для защиты потомства в высшей степени полезно, чтобы птенцы, особенно их красивые пушистые шубки, с самого начала приводили мать в состояние раздражения и готовности к атаке. На детей она напасть не может, этому надежно препятствует торможение, вызванное их писком, и тем легче она разряжает свою ярость на другие живые существа, оказавшиеся вблизи...

Итак, если у видов, заботящихся о потомстве, мать не обижает своих малышей — это вовсе не само собой разумеющийся закон природы; в каждом отдельном случае это долж-

но быть обеспечено особым механизмом торможения...

У многих позвоночных, которые не заботятся о потомстве, и у некоторых из тех, которые заботятся о нем лишь ограниченное время, малыши уже в раннем возрасте, часто задолго до достижения окончательных размеров, бывают такими же ловкими, пропорционально такими же сильными и — поскольку эти виды так или иначе не могут научиться слишком многому — почти такими же умными, как взрослые. Поэтому они не особенно нуждаются в защите, и старшие собратья по виду обходятся с ними без всяких церемоний. Совсем иначе обстоит дело у тех высокоорганизованных существ, у которых большую роль играют обучение и индивидуальный опыт и у которых родительская опека должна продолжаться долго уже потому, что «жизненная школа» требует много времени. На тесную связь между способностью к обучению и продолжительностью заботы о потомстве уже указывали многие биологи и социологи.

Молодой пес, волк или ворон уже по достижении окончательных размеров тела — хотя еще не окончательного веса — бывает неловким, неуклюжим, долговязым существом, которое было бы совершенно не способно защитить себя от серьезного нападения взрослого собрата по виду, не говоря уж о том, чтобы спастись от него стремительным бегством. Казалось бы, молодым животным названных видов — и многих подобных — то и другое особенно необходимо: ведь они безоружны не только против внутривидовой агрессии, но и против охотничьих приемов своих собратьев по виду, поскольку речь идет о крупных хищниках. Каннибализм у теплокровных позвоночных, по-видимому, очень редок. У млекопитающих он, вероятно, исключается главным образом тем, что собратья по виду «невкусны», что довелось узнать многим полярным исследователям при попытках скормить мясо умерших или забитых по необходимости собак оставшимся в живых. Лишь истинно хищные птицы, прежде всего ястребы, могут иногда в тесной неволе убить и съесть своего сородича; однако я не знаю ни одного случая, чтобы подобное наблюдалось в охотничьих угодьях. Какие сдерживающие факторы этому препятствуют, пока неизвестно.

Для уже выросших, но еще неуклюжих молодых птиц и млекопитающих, о которых идет речь, агрессивное поведение взрослых, очевидно, гораздо опаснее любых каннибальских наклонностей. Эта опасность устраняется рядом очень четко организованных механизмов торможения. По наблюдениям Тинбергена, у гренландских эскимосских собак этот запрет ограничивается молодежью собственной стаи, запрета кусать чужих щенков у них не существует; быть может, так же обстоит дело и у волков. Каким образом узнается юный возраст собрата по виду, не вполне ясно. Во всяком случае, рост не играет здесь никакой роли: крошечный, но старый и злобный фокстерьер относится к громадному ребенку-сенбернару, порядочно надоевшему ему своими неуклюжими приглашениями поиграть, так же дружелюбно и миролюбиво, как к щенку такого же возраста собственной породы. Вероятно, существенные признаки, вызывающие это торможение, содержатся в поведении молодой собаки, а возможно, и в запахе. Последнее проявляется в том, каким образом молодая собака прямо-таки напрашивается на проверку запаха: если только приближение взрослого пса кажется молодому в какой-то степени опасным, он бросается на спину и тем самым предъявляет свой еще голенький щенячий животик, и к тому же выпускает несколько капель мочи, которые взрослый тотчас же нюхает.

## Из главы 10 «Крысы»

В своем поведении по отношению к членам собственного сообщества животные, о которых пойдет речь, являются истинным образцом всех социальных добродетелей. Но они

превращаются в настоящих извергов, когда им приходится иметь дело с членом любого другого сообщества, кроме своего. Сообщества этого типа всегда слишком многочисленны для того, чтобы все могли лично знать друг друга; принадлежность к определенной группе узнается по определенному **запаху**, свойственному всем ее членам.

Про общественных насекомых с давних пор известно, что их сообщества, зачастую насчитывающие до нескольких миллионов членов, по сути дела, являются семьями, поскольку состоят из потомков одной-единственной самки или одной пары, основавшей колонию. Давно известно и то, что у пчел, термитов и муравьев члены такой гигантской семьи узнают друг друга по характерному запаху улья, термитника или муравейника и что неизбежно смертоубийство, если, скажем, в гнездо по ошибке забредет член чужого сообщества или человек-экспериментатор поставит бесчеловечный опыт, перемешав две колонии.

Насколько я знаю, только с 1950 года стало известно, что у млекопитающих, а именно у грызунов, тоже существуют гигантские семьи, которые ведут себя точно так же. Это важное открытие сделали практически одновременно и независимо друг от друга Ф.Штейнигер и И.Эйбль-Эйбесфельдт, один на серых крысах, а другой на домовых мышах...

Штейнигер помещал серых крыс, пойманных в разных местах, всех вместе в большой вольер, где животным были предоставлены совершенно естественные условия. Сначала отдельные животные, казалось, боялись друг друга. Настроения нападать у них не было. Тем не менее бывали серьезные стычки, когда животные случайно встречались, особенно если двух из них гнали вдоль ограждения навстречу друг другу, так что они сталкивались на достаточно большой скорости. По-настоящему агрессивными они стали только тогда, когда начали привыкать друг к другу и завладевать участками. Одновременно началось и образование пар из незнакомых друг другу крыс, пойманных в разных местах. Если одновременно возникало несколько пар, то следовавшие за этим схватки могли продолжаться очень долго; если же одна пара образовывалась несколько раньше, то тирания объединенных сил обоих супругов настолько подавляла несчастных соседей по вольеру, что дальнейшее образование пар прекращалось. Одинокие крысы очевидным образом понижались в ранге, и отныне пара преследовала их непрерывно. Даже в загоне площадью 64 квадратных метра такой паре, как правило, было достаточно двух-трех недель, чтобы прикончить всех остальных обитателей, т. е. 10—15 сильных взрослых крыс.

Самец и самка победоносной пары были одинаково жестокими к побежденным собратьям по виду, хотя было очевидно, что он предпочитает терзать самцов, а она — самок. Побежденные крысы почти не защищались. отчаянно пытались убежать и, доведенные до крайности, бросались туда, где крысам очень редко удается найти спасение, — вверх. На месте прежнего обилия крыс Штейнигер неоднократно видел израненных, измученных крыс, которые среди бела дня сидели на открытом месте, высоко на кустах или на деревьях, — явно заблудшие, бездомные создания. Раны у них располагались главным образом на задней части спины и на хвосте — как раз там, где преследователь мог достать убежавшего. Они редко умирали легкой смертью в результате внезапного глубокого ранения или сильной потери крови; чаще смерть была результатом сепсиса, особенно от укусов, повреждавших брюшину. Но больше всего животные погибали от общего истощения и нервного перенапряжения, которое приводило к недостаточности функции надпочечников...

Наблюдая кровавые трагедии, приводящие в конце концов к тому, что оставшаяся пара крыс завладевает всем вольером, трудно представить себе, как может развиваться



сообщество, которое скоро, **очень** скоро образуется из потомков победоносных убийц. Миролюбие, даже нежность, которыми отличается у млекопитающих отношение матерей к своим детям, у крыс свойственно не только отцам, но и дедушкам, а также всевозможным дядюшкам, тетюшкам, двоюродным бабушкам и дедушкам и т. д. и т. п. — не знаю, до какой степени родства. Матери кладут все свои выводки в одно и то же гнездо, и вряд ли можно предположить, что каждая из них заботится только о собственных детях. Серьезных схваток внутри этой большой семьи не бывает никогда, даже если в ней насчитываются десятки животных. Даже в волчьих стаях, члены которых так учтивы друг с другом, звери высшего ранга едят общую добычу первыми. В крысиной стае рангового порядка **не существует**. Стая сплоченно нападает на крупную добычу, и более сильные ее члены вносят большой вклад в победу. Но затем — я цитирую Штейнигера дословно — «меньшие животные ведут себя фамильярно: большие добровольно подбирают объедки меньших. Так же и при размножении: во всех отношениях более резвые животные, выросшие лишь наполовину или на три четверти, чаще всего опережают взрослых. Молодые имеют все права, и даже сильнейший из старших не оспаривает их».

Внутри стаи не бывает серьезной борьбы, самое большее мелкие трения, которые разрешаются ударами передней лапки или наступанием задней, но укусами — никогда. Внутри стаи не существует индивидуальной дистанции; напротив, крысы — «контактные животные» в смысле Гедигера, они охотно касаются друг друга. Церемония дружелюбной готовности к контакту состоит в так называемом подползании, которое особенно часто наблюдается у молодых, в то время как более крупные чаще выражают свою симпатию к меньшим наползанием. Интересно, что чрезмерная назойливость в таких проявлениях дружбы является наиболее частым поводом к безобидным ссорам внутри большой семьи. Если старшему животному, занятому едой, чересчур надоедает младшее своим под- или наползанием, то первое обороняется: бьет передней лапкой или наступает задней. Ревность или жадность в еде почти никогда не бывает причиной подобных действий.

Серьезная грызня между крысами, принадлежащими к одной большой семье, происходит лишь в одном-единственном случае, многозначительном и интересном в разных отношениях, а именно когда присутствует чужая крыса, пробудившая внутривидовую, внутрисемейную агрессивность. То, что делают крысы, когда на их участок попадает член чужого крысиного клана — или когда он подсаживается экспериментатором, — это одна из самых впечатляющих, ужасных и отвратительных вещей, какие можно наблюдать у животных. Чужая крыса может бегать несколько минут или больше, не подозревая об ужасной судьбе, которая ее ожидает, и столь же долго местные могут заниматься своими обычными делами, — до тех пор, пока наконец чужая не приблизится к одной из них настолько, что та учует ее запах. Тогда она вздрагивает, как от электрического удара, и в одно мгновение вся колония оказы-

ваются поднятой по тревоге посредством передачи настроения, которая у серых крыс осуществляется лишь выразительными движениями, а у черных — еще и резким, сатанински-пронзительным криком, который подхватывают все члены стаи, услышавшие его. От возбуждения у них глаза вылезают из орбит, шерсть встает дыбом, и крысы начинают охоту на крысу. Они приходят в такую ярость, что если две из них натываются друг на друга, то сначала, на всякий случай, ожесточенно кусаются. «Они сражаются в течение трех—пяти секунд, — сообщает Штейнигер, — затем основательно обнюхивают друг друга, сильно вытянув шеи, и мирно расходятся. В день травли чужой крысы все члены стаи относятся друг к другу раздраженно и недоверчиво». Очевидно, члены крысиного клана узнают друг друга не лично, как, скажем, галки, гуси или обезьяны, а по общему запаху, точно так же, как пчелы и другие общественные насекомые.

## Из главы 13 «Ессе Homo»

В символе плодов от древа познания заключена глубокая истина. Знание, выросшее из понятийного мышления, изгнало человека из рая, в котором он мог, бездумно следуя своим инстинктам, делать все, чего ему хотелось. Исходящее из этого мышления диалогически вопрошающее экспериментирование с окружающим миром подарило человеку его первые орудия: ручное рубило и огонь. И он сразу же использовал их для того, чтобы убивать и жарить своих собратьев. Это доказывают находки на стоянках синантропа: возле самых первых следов использования огня лежат раздробленные и, несомненно, поджаренные человеческие кости. Понятийное мышление дало человеку господство над всем невидимым окружением и тем самым спустило с цепи внутривидовой отбор, о вредных последствиях которого уже говорилось; в его «обвинительный акт» следует, видимо, занести и ту гипертрофированную агрессивность, от которой мы страдаем еще и сегодня. Дав человеку словесный язык, понятийное мышление одарило его возможностью передачи сверхиндивидуального знания и культурного развития; но это повлекло за собой настолько резкие изменения в условиях его жизни, что способность его инстинктов к ним приспособляться потерпела крах...

В главе о поведении, аналогичном моральному, мы уже узнали о тех тормозящих механизмах, которые у различных общественных животных сдерживают агрессию и предотвращают ранение или смерть собрата по виду. Как было там сказано, механизмы, естественно, наиболее важны и потому наиболее развиты у тех животных, которые в состоянии легко убить живое существо примерно таких же размеров, как они сами. Ворон может выбить другому ворону глаз одним ударом клюва, волк может одним-единственным укусом вспороть другому волку яремную вену. Если бы этого не предотвращали надежные запреты, давно не стало бы ни воронов, ни волков. Голубь, заяц и даже шимпанзе не в состоянии убить себе подобного одним-единственным ударом или укусом. К этому добавляется способность к бегству, развитая у таких не слишком вооруженных существ настолько, что позволяет им уходить даже от «профессиональных» хищников, которые в преследовании, поимке и убийстве более сильны, чем любой, даже самый быстрый и сильный собрат по виду. Поэтому при жизни на свободе обычно не существует возможности для того, чтобы такое животное причинило серьезный вред себе подобному. Поэтому нет и селекционного давления, которое вырабатывало бы запреты убийства. Если тот, кто держит животных, не принимает всерьез внутривидовую борьбу совершенно «безобидных» тварей, то он к своей беде и к

беде своих питомцев убеждается, что таких запретов действительно не существует. В неестественных условиях неволи, когда побежденный не может спастись бегством, постоянно происходит одно и то же: победитель старательно добывает его, медленно и жестоко. В моей книге «Кольцо царя Соломона» в главе «Мораль и оружие» описано, как горлица — символ всего мирного, — лишенная этих запретов, может замучить до смерти своего собрата.

Легко себе представить, что произошло бы, если бы игра природы вдруг одарила какого-нибудь голубя клювом ворона. Положение такого выродка, наверное, было бы совершенно аналогично положению человека, который только что обнаружил возможность использовать острый камень в качестве оружия. Поневоле содрогнешься при мысли о том, как существо, столь же возбудимое, как шимпанзе, с такими же внезапными вспышками ярости, размахивает каменным рубилом.

Общераспространенное мнение, которого придерживаются даже многие специалисты в области гуманитарных наук, сводится к тому, что все человеческое поведение, служащее благу не индивида, а общества, диктуется осознанной ответственностью. Такое мнение, несомненно, ошибочно... Наш общий с шимпанзе предок заведомо был не менее предан своему другу, чем дикий гусь или галка, не говоря уж о павиане или волке; несомненно, что он с таким же презрением к смерти готов был отдать жизнь ради защиты своего сообщества, так же нежно и бережно относился к молодым сородичам и обладал такими же запретами убийства, как все эти животные. На наше счастье, мы тоже в полной мере унаследовали соответствующие «животные» инстинкты.

Антропологи, которые занимались образом жизни австралопитека, африканского предшественника человека, заявляют, что эти предки, поскольку они жили охотой на крупную дичь, передали человечеству опасное наследство «натуры хищника» (carnivorous mentality). В этом утверждении заключено опасное смешение двух понятий — хищного животного и каннибала: эти понятия почти полностью исключают друг друга, каннибализм представляет у хищников редкое исключение. В действительности можно лишь пожалеть о том, что человек как раз **не имеет** «натуры хищника». Большая часть опасности, которые ему угрожают, проистекает из того, что от природы он сравнительно безобидное всеядное существо; у него нет естественного оружия, принадлежащего его телу, которым он мог бы убивать крупных животных. Именно потому у него нет и тех механизмов безопасности, возникших в процессе эволюции, которые удерживают всех «профессиональных» хищников от применения оружия против собратьев по виду...

В предыстории человека никакие особенно высокоразвитые механизмы для предотвращения внезапного убийства не были нужны: такое убийство было и без того невозможно. Нападающий, убивая свою жертву, мог только царапать, кусать или душить, причем жертва имела более чем достаточную возможность апеллировать к тормозам агрессивности нападающего жестами покорности и испуганным криком. Понятно, что на слабо вооруженных животных не действовало селекционное давление, которое могло бы вызвать к жизни те сильные и надежные запреты применения оружия, какие совершенно необходимы для выживания видов, обладающих опасным оружием. Когда же изобретение искусственного оружия внезапно открыло новые возможности убийства, то преждее равновесие между сравнительно слабыми запретами агрессии и такими же слабыми возможностями убийства оказалось в корне нарушено.

...Хотя со времени изобретения ручного рубила значительно возросла моральная ответственность и соответственно усилились вытекающие из нее запреты убийства,



но, к сожалению, в равной мере возросла и легкость убийства, а главное — утонченная техника убийства привела к тому, что последствия деяния уже не тревожат того, кто его совершил. Расстояние, на котором действует всякое огнестрельное оружие, спасает убийцу от раздражающей ситуации, которая в противном случае оказалась бы в чувствительной близости от него во всей ужасной отвратительности последствий. Эмоциональные глубины нашей души попросту не принимают к сведению, что сгибание указательного пальца при выстреле разворачивает внутренности другого человека. Ни один психически нормальный человек не пошел бы даже охотиться на зайцев, если бы ему приходилось убивать дичь зубами и ногтями. Лишь благодаря отгораживанию наших чувств от всех очевидных последствий наших действий становится возможным, чтобы человек, который едва ли решился бы дать заслуженную оплеуху невоспитанному ребенку, был вполне способен нажать пусковую кнопку ракетного оружия или открыть бомбовые люки, обрекая сотни милых детей на ужасную смерть в огне...

Только ощущение ценности, только чувство присваивает знак «плюс» или «минус» ответу на наш категорический вопрос к себе и превращает его в императив или в запрет. Но и то и другое возникает не из разума, а из стремлений, исходящих из тьмы, в глубину которой наше сознание не проникает. В этих слоях, лишь косвенно доступных человеческому разуму, инстинктивное и усвоенное путем обучения образуют в высшей степени сложную структуру, которая не только близко родственна такой же структуре высших животных, но в значительной своей части попросту ей тождественна. Эти структуры существенно различны лишь там, где у человека в усвоенное путем обучения входит культурная традиция. Из последовательности этих взаимодействий, протекающих почти исключительно в подсознании, возникают побуждения ко всем нашим поступкам, в том числе и к тем, которые сильнее всего образом подчинены управлению нашего самовопрошающего разума. Отсюда возникают любовь и дружба, вся теплота чувства, понятие красоты, стремление к художественному творчеству и к научному познанию. Человек, избавленный от всего так называемого «животного», лишенный стремлений, исходящих из тьмы, человек как чисто разумное существо **был бы отнюдь не ангелом, скорее его полной противоположностью!**

Между тем нетрудно понять, каким образом могло утвердиться мнение, будто все хорошее, и только хорошее, полезное для человеческого сообщества, обязано своим существованием морали, а все «эгоистичные» мотивы человеческого поведения, несомнимые с требованиями общества, возникают из «животных» инстинктов. Если человек задаст себе категорический вопрос Канта: «Могу ли я возвысить принцип моего поведения до уровня естественного закона, или при этом возникло бы нечто противоречащее разуму?» — то все формы поведения, в том числе и чисто инстинктивные, окажутся вполне разумными при условии, что они выполняют функции сохранения вида, ради которых были созданы Великими Конструкторами эволюции. **Противоречащее разуму появляется лишь в случае нарушения функции какого-либо инстинкта.** Отыскать это нарушение — задача категорического вопроса, а компенсировать — категорического императива. Если инстинкты действуют правильно, «по замыслу конструкторов», то вопрос к себе не сможет отличить их от разумного. В этом случае вопрос: «Могу ли я возвысить принцип моего поведения до уровня естественного закона?» получает безусловно положительный ответ, ибо этот принцип сам по себе уже является таким законом!

Ребенок падает в воду, мужчина прыгает за ним, вытаскивает его, исследует принцип своего поведения и нахо-

дит, что он, будучи возвышен до естественного закона, звучал бы примерно так: когда взрослый самец *Homo sapiens L.* видит, что жизни детеныша его вида угрожает опасность, от которой он может его спасти, — он это делает. Находится ли такая абстракция в противоречии с разумом? Конечно нет! Спаситель может мысленно хлопнуть себя по плечу и гордиться тем, как разумно и морально он себя вел. Если бы он на самом деле занимался такими рассуждениями, ребенок давно бы уже утонул, прежде чем он прыгнул бы в воду. Однако человеку, принадлежащему нашей западной культуре, очень не нравится слышать, что действовал он чисто инстинктивно и что каждый павиан в аналогичной ситуации сделал бы то же самое.

...Существует человеческая реакция, лучше всего показывающая, насколько необходимо может быть безусловно «животное» поведение, унаследованное от антропоидных предков, причем именно для поступков, которые не только считаются сугубо человеческими и высокоморальными, но и на самом деле являются таковыми. Эта реакция — так называемое **воодушевление**. Уже само название, которое создал для нее немецкий язык (*Begeisterung*), выражает мысль, что человеком овладевает нечто очень высокое, сугубо человеческое, а именно дух (*Geist*). Греческое слово «энтузиазм» означает даже, что им овладевает Бог. Однако в действительности воодушевленным человеком овладевает наш старый друг и новый враг — внутривидовая агрессия, и притом в форме древнейшей и никак не сублимированной реакции социальной защиты.

В соответствии с этим воодушевление запускается прямо таки с предсказуемостью рефлекса такими внешними ситуациями, которые требуют вступления в борьбу за нечто общественно важное, особенно если это освящено культурной традицией. Это может быть нечто конкретное — семья, нация, *Alma Mater* или спортивное общество, — а могут быть такие абстрактные понятия, как бывшее великолепие студенческих корпораций, неподкупность художественного творчества или профессиональный этос индуктивного исследования. Я единым духом называю вещи, которые представляются ценными мне самому, и вещи, которые непонятно почему воспринимаются как таковые другими людьми, с намерением показать недостаток избирательности, благодаря которому воодушевление становится иногда столь опасным.

К раздражающим ситуациям, вернейшим образом вызывающим воодушевление и целенаправленно создаваемым демагогами, принадлежит прежде всего угроза вышеупомянутым ценностям. Враг или его чучело может быть выбран почти произвольно и, подобно находящимся под угрозой ценностям, может быть конкретным или абстрактным. «Эти» евреи, боши, гунны, эксплуататоры, тираны и т. д. годятся точно так же, как мировой капитализм, большевизм, фашизм, империализм и многие другие «измы» Во-вторых, к раздражающим ситуациям такого рода относится возможно сильнее увлекающая за собой фигура вождя, без которой, как известно, не могут обойтись даже наиболее антифашистски настроенные демагоги (вообще сходство ме-



тодов, используемых самыми разными политическими течениями, свидетельствует об инстинктивной природе человеческой реакции воодушевления, которую можно использовать в демагогических целях). В-третьих — и это едва ли не самый важный момент, — к сильнейшим факторам, запускающим воодушевление, принадлежит также возможно большее число совместно увлеченных...

Каждый человек со сколько-нибудь сильными чувствами знает, какие субъективные ощущения сопровождают эту реакцию. Прежде всего она характеризуется качеством самого чувства, известного под именем воодушевления. По спине и, как выясняется при более внимательном наблюдении, также по внешней стороне рук пробегает «священный трепет». Человек чувствует себя освободившимся от всех связей повседневного мира и поднимающимся над ними, он готов все бросить, чтобы повиноваться зову Священного Долга. Все препятствия, стоящие на пути к выполнению этого долга, теряют значение и важность; инстинктивные запреты калечить и убивать собратьев по виду утрачивают, увы, значительную часть своей силы. Разумные соображения, любая критика или встречные доводы против действий, диктуемых воодушевлением, заглушаются тем, что удивительная переоценка всех ценностей заставляет воспринимать их не только как безосновательные, но даже как низменные и позорные...

С этими переживаниями коррелируется следующее объективно наблюдаемое поведение: повышается тонус всех поперечно-полосатых мышц, осанка становится более напряженной, руки несколько приподнимаются в стороны и слегка поворачиваются внутрь, так что локти немного выдвигаются наружу. Голова гордо поднимается, подбородок вытягивается вперед, а лицевая мускулатура создает совершенно определенную мимику, известную всем нам из кинофильмов как «героическое лицо». На спине и вдоль внешней стороны рук топорщатся волоски — именно это составляет объективную сторону пресловутого «священного трепета».

В священности этого трепета и в одухотворенности воодушевления усомнится тот, кто видел соответствующие формы поведения самца шимпанзе, который с беспримерным мужеством становится на защиту своего стада или семьи. Он тоже вытягивает вперед подбородок, напрягает все тело и поднимает локти в стороны; у него тоже шерсть встает дыбом, что приводит к резкому и несомненно устрашающему увеличению контура его тела при взгляде спереди. Поворот рук внутрь совершенно очевидным образом предназначен для того, чтобы обратить наружу наиболее заросшую сторону и тем усилить упомянутый эффект. Общая комбинация осанки и вздыбленной шерсти служит тому же «блефу», что у выгибающей спину кошки: она выполняет задачу изобразить животное более крупным и опасным, чем оно есть на самом деле. Но и наш «священный трепет» — не что иное, как взъерошивание шерсти, от которой у нас остались лишь следы.

Что переживает обезьяна при своей социальной защитной реакции — этого мы не знаем, но она, видимо, так же

самоотверженно и героически ставит на карту свою жизнь, как воодушевленный человек. Нет сомнений в подлинной эволюционной гомологии реакции защиты стада у шимпанзе и воодушевления у человека; более того, можно достаточно хорошо представить себе, как одно произошло из другого. Ведь и у нас те ценности, на защиту которых мы поднимаемся с воодушевлением, имеют прежде всего общественную значимость...

Тот факт, что мужественное выступление за то, что нам кажется высочайшей ценностью, протекает по таким же нервным путям, как социальные защитные реакции наших антропоидных предков, я воспринимаю не как отрезвляющее напоминание, а как весьма серьезный призыв к самопознанию. Человек, у которого такой реакции нет, — калек в отношении инстинктов, и я не хотел бы иметь его своим другом. Но тот, кто дает увлечь себя слепой рефлексивности этой реакции, представляет угрозу для человечества, ибо он — легкая добыча для тех демагогов, которые умеют провоцировать раздражающие ситуации, вызывающие человеческую агрессивность, так же хорошо, как мы, специалисты по физиологии поведения, умеем проделывать это на наших подопытных животных. Когда при звонках старой песни или даже какого-нибудь марша по мне хочет пробежать священный трепет, я обороняюсь от искушения, говоря себе, что шимпанзе тоже производят ритмичный шум, готовясь к совместному нападению. Подпевать — значит протягивать палец дьяволу.

...Человечество не потому воинственно и агрессивно, что разделено на враждебно противостоящие друг другу партии; оно структурировано именно таким образом **потому, что это создает раздражающую ситуацию, необходимую для разрядки социальной агрессии**. «Если бы какое-то спасительное вероучение вдруг охватило весь мир, — пишет Эрих фон Гольст, — оно тотчас же раскололось бы по меньшей мере на два резко враждебных толкования (свое — истинное, другое — еретическое), и вражда и борьба пылали бы, как и раньше; ибо человечество, к сожалению, таково, каково оно есть».

Таков Двуликий Янус — человек. Единственное существо, способное с воодушевлением посвящать себя высшим целям, нуждается для этого в организации физиологии поведения, звериные особенности которой несут в себе опасность, что это существо будет убивать своих братьев в убеждении, будто так надо для достижения именно этих высших целей.

Ecce homo!

# О чем поют

Помпоний Квадрат

# КОТЫ



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Среди многочисленных легенд, созданных людьми, есть одна о мартовских котях. Это именно легенда — автор не встречал ни одного мартовского кота. Коты начинают петь позже, радуясь появлению первой зелени, и ликуют примерно до середины лета.

Коты глубоко и тонко чувствуют природу и склонны к занятиям наукой. Их вклад в развитие ботаники очевиден всякому, кто хоть отчасти знаком с этой областью знания. Первая зеленая ниточка, выносящая будущее растение на поверхность, называется «гипокотиль», что означает «под котом». Это именно та первая зелень, которую гуляющий кот, вглядываясь в землю, замечает у себя под лапами. Растение становится все выше и выше, и вот уже будущие цветы и листья оказываются у кота под самым носом, оттого зачатки растительных органов называются «примордии». А сколько растений имеют в своем видовом названии слова «хвостатый», «шерстистый», «волосатый», «волосистый», «полосатый» и даже «почти сидячий»! А мягкая, бархатистая кошачья лапка! А котовник с очаровательным котоморфным цветком, у которого есть зев, губы и даже зубцы! Некоторые виды котовника даже склонны к самостоятельным прогулкам, как настоящие коты, — их пышные стебли с плодоносящими соцветиями легко обламываются и перекатываются ветром по степи, разбрасывая плоды.

Неудивительно, что при таком интересе и любви к растительности коты глубоко обеспокоены состоянием зеленых насаждений. Физические кондиции позволяют им взрыхлить землю, посеять семена и даже прополоть, но поливать они не в силах. Поэтому, обходя погожим вечером посадки и обнаружив, что земля недостаточно увлажнена, коты громкими криками дают знать людям, что растения необходимо полить. Люди в основном верно понимают эти сигналы, но поливать не умеют совершенно. Чтобы сделать это правильно, не повредив растение, следует спуститься вниз и равномерно оросить цветы из лейки. Плескать воду залпом из ведра с большой высоты совершенно недопустимо! К тому же надо следить, чтобы не попасть случайно в кота, подающего сигнал. Неужели трудно запомнить?

Художник Е. Станикова



*В Саудовскую Аравию российские граждане попадают редко. Причин этому несколько. Дипломатические отношения были установлены лишь в 90-х годах, до того межгосударственные контакты практически отсутствовали. Саудовская Аравия — центр ислама, причем не просто ислама, а ваххабизма; Коран в этой стране заменяет конституцию; все живущие здесь обязаны быть мусульманами; въезд в некоторые города для немусульман невозможен. Вообще это страна закрытая, сильно ограничивающая визиты иностранцев. К тому же государство Саудов косвенно поддерживает чеченских сепаратистов.*

*В первой половине 2001 года Университет имени короля Сауда пригласил меня прочесть несколько лекций. Прямых авиарейсов из Москвы в Саудовскую Аравию нет, и 22 марта я полетел через Стамбул. А незадолго до того чеченские сепаратисты захватили самолет компании «Внуковские авиалинии», вылетевший из того же Стамбула в Москву, и угнали его в ту же Саудовскую Аравию. Но об этом потом.*



## В Саудовскую Аравию не в качестве паломника

Академик РАН  
**Ю.А.Золотов**

### Кто владеет и кто правит

Аэропорт в городе Джидда носит имя Абдул Азиза ас-Сауда. Этот человек в 1953 году взошел на королевский престол и был провозглашен главой секты ваххабитов. Абдул Азиз оставался у власти шестнадцать лет, до своей кончины.

Через два-три дня пребывания в столице Саудовской Аравии, Риаде, мне стало ясно, что все достопримечательное в этой стране названо именами членов королевской династии, правящей уже три столетия. (Не так, между прочим, долго: династия японских императоров, к примеру, отсчитывает свою историю с VII века до нашей эры!) Только что построенный медицинский городок в Риаде — имени нынешнего короля Фахда. Крупнейшая, давно существующая больница в том же городе — имени короля Фейсала. Университет, который меня пригласил, — как уже говорилось, имени короля Сауда. Военный колледж — имени уже упомянутого Абдул Азиза и так далее.

Но более существенно то, что члены обширного королевского дома владеют фантастическими богатствами (в том числе нефтяными компаниями) и возглавляют все сколько-нибудь стоящее. Государство фактически принадлежит одной семье: правят Сауды и страна — Саудовская. Здесь вам показывают бесчисленные дворцы, хозяева которых — столь же бесчисленные принцы. Имея много жен, короли заводятся и большим потомством; у Абдул Азиза было, кажется, шестьдесят жен, из разных тейпов, чтобы никто не обиделся. Коран разреша-



ет иметь не более четырех жен, но король есть король

Принцы занимают и основные должности в государстве. Нынешний наследный принц Абдалла — заместитель премьер-министра правительства и командующий национальной гвардией; принц Султан — второй заместитель премьер-министра, министр обороны и авиации; принц Салман — губернатор Риадской провинции. Все они — сыновья Абдул Азиза. Король Фахд уже стар и немощен; говорят, что фактически страной управляет его брат, наследный принц Абдалла. Правила престолонаследования в Саудовской Аравии своеобразные: по смерти правителя трон достается не его старшему сыну, а брату, старшему среди других братьев. Поэтому королями редко становятся молодые люди.

Фахд настроен проамерикански. Влияние США чувствуется во многом. Вечером над городом гудят самолеты, которые садятся на аэродром американской военной базы, расположенной прямо в городе. Раньше это был аэропорт Риада, теперь построили новый, а старый фактически отдали американцам. Сам Риад выглядит как американ-

**Башня-небоскреб Центра имени Фейсала при специальном освещении, в огнях фейерверка, производит впечатление чего-то сказочного**





*Перерыв между занятиями. Профессора университета собрались в комнате отдыха. Это химики. Но они не в белых халатах, а в национальной одежде*

ский город, с одним отличием: здесь пока нет типичного для больших городов США даунтауна — скопления небоскребов в центре. На улицах много американских автомобилей, хотя не меньше японских; встречаются и «мерседесы».

## Минарет или гостиница?

Если в Вашингтоне нельзя строить дома выше Капитолия, то в Риаде не разрешалось возводить здания выше самого высокого минарета. Но недавно запретом пренебрегли, соорудив огромное здание-пирамиду: в нижней части торговый центр, основная площадь отдана под офисы, а на самом вершине трехэтажный ресторан. Вечером пирамида, а это настоящий небоскреб, красиво освещена, ее видно из любого места в центральной части города. Называется башня Фейсалией, вероятно, в честь короля Фейсала. Сейчас на той же улице строят еще более высокое здание — там будет гостиница.

Многие улицы в Риаде широкие и прямые. По сторонам, как обычно, тротуары, но часто бывает и третий тротуар, проложенный посреди улицы. Это именно тротуар, не разделительная полоса; он приподнят над проезжей частью и вымощен плиткой. И люди по нему ходят; сам ходил.



*Один из внутренних дворов университетского городка*



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

## Хадж и самолет, угнанный в Мекку

Вернемся на время в Джидду. Этот огромный город, два с половиной миллиона жителей, — «ворота в Мекку». Аэропорт в Джидде считают одним из самых больших в мире; мусульмане-паломники, совершающие хадж, теперь добираются до Мекки в основном по воздуху. Аэропорт может принимать одновременно десяток больших современных самолетов. От Джидды до Мекки меньше сотни километров; Медина подальше, километров пятьсот—шестьсот. Впрочем, паломники из России иногда не летят самолетом, а едут, например, из Дагестана на своих машинах. Заодно по дороге решают и другие проблемы, особенно торговые.

Хотя ко времени моего визита массовый хадж закончился, паломники еще тянулись к Мекке. Когда мы подлетали к Джидде, несколько пассажиров уже в самолете совершили омошение и облачились в белые одеяния без швов и пуговиц, из двух кусков ткани.

В Джидде есть российское консульство, его главная задача и состоит в том, чтобы опекать верующих, направляющихся в Мекку. Консул Енварбик Фазелянов рассказывал, как за две-три недели до моего приезда, сразу после наплыва паломников, он оказался в центре событий, связанных с захватом российского самолета. Посадили самолет в Мекке, куда немусульманам въезд запрещен. К нашему приезду страсти в основном улеглись: самолет уже был захвачен саудовским спецназом, заложники освобождены, а посольство безуспешно пыталось заполучить двух угонщиков, оставшихся в живых. Российский посол А.Г.Бакланов в целом одобрительно отзывался о действиях саудовских властей в этом инциденте. Самое главное — самолету не дали улететь в Афганистан. Посол говорил, что выдача террористов — это уже не столь важно; между прочим, их выдачи могла бы потребовать и Турция, ведь захватчики сели на самолет в Стамбуле. Но Саудовская Аравия решила судить террористов сама.

## Понедельник начинается в субботу

Профессор Аль-Свейдан, пригласивший меня в Риад, стажировался в Соединенных Штатах и прекрасно говорит по-английски. Высокого роста, широк в плечах и в поясе — крупный, одним словом, мужчина. Он занимается экологическими вопросами: проводит анализы природных вод, почв. Публикует статьи и в престижных международных журналах, и в журнале Саудовского химического общества, редакция которого помещается рядом с комнатой Аль-Свейдана в университете.

Аль-Свейдан предложил мне прилететь в пятницу. Я удивился: начало не столь уж продолжительной поездки приходилось на уик-энд, но возражать не стал. И только уже в Риаде вспомнил, что выходной-то день у мусульман — пятница. Они здесь не работают и вторую половину четверга, а то и весь четверг. Совсем другой у мусульман уик-энд, и рабочие дни тоже складываются чуть иначе. Работать здесь начинают очень рано — в 6.30 или в 7.00; в школах занятия начинаются примерно в это же время. Но к 14 или 15 часам вся жизнь прекращается, работники (во всяком случае, в университете) разъезжаются по домам. Бывает вечерняя «сессия» с пяти до шести часов, но не всегда и не везде.

Пять раз в день правоверные мусульмане совершают молитвы, и по крайней мере две из них приходятся на рабочее время. О приближении времени молитвы муэдзины сообщают по радио или с помощью мегафона. Идти в мечеть необязательно, молельные помещения, устланные коврами, есть в учреждениях, в университете, в магазинах. Мои лекции значили так, чтобы они либо заканчивались до молитвы, либо начинались после нее. Один раз я не вовремя попал в университет, и мне пришлось уйти. Суровы правила для магазинов: если торговля не прекращена на время молитвы, торговца могут лишить лицензии. Здесь церковь, говоря на-

шими словами, не отделена от государства. На улицах, правда, и во время молитвы встречаются люди.

## Открой личико!

Коран, сура 24:31: «Скажи также и верующим женщинам, чтобы они потупляли свои взоры; хранили бы себя от половых пожеланий; показывали бы только те из своих нарядов, которые наружу, накладывали на грудь покрывала; показывали бы наряды свои только своим мужьям».

Однажды Аль-Свейдан пригласил меня к себе домой; живет он рядом с университетским кампусом, в поселке для сотрудников. Дом просторный, богатый, со вкусом декорированный. На втором этаже пять спален, в доме четыре ванных комнаты. Но и семья большая, шестеро детей: три мальчика и три девочки, как по заказу.

В гостиную, куда хозяин меня привел, вскоре пришли дети, но только мальчики. Однако чуть позже Аль-Свейдан, нарушив все правила, проводил меня в заднюю, женскую, половину дома. Одна из дочерей лежала на диване; увидев меня, она встала и чуть растерянно поздоровалась. Супруга пряталась где-то еще дальше, я так ее и не увидел.

Жена у Аль-Свейдана одна. Как он мне говорил, процентов восемьдесят семей в стране моногамны. Содержать несколько жен сейчас накладно: считается, что у каждой должен быть дом или квартира, жить женам вместе уже не принято. К тому же шариат требует, чтобы всем женам муж уделял внимание, проводил бы с ними время по очереди. Если муж не посещал жену более четырех месяцев, та вправе заявить об этом суду, и мужу будут грозить серьезные неприятности. Кстати, бракосочетание со второй, третьей, четвертой женой требует согласия первой.

Семья по законам шариата священна. Женщина отдана мужу на всю жизнь, муж ей предан и верен. «Женитесь на женщинах, которые нравятся вам, — на двух, на трех, на четырех, а если боитесь, что не можете равно быть правдивыми ко всем им, то только на одной» (Коран, сура 4:3). «В некоторых странах местный закон позволяет предавать виновных в супружеской измене смертной казни через побивание камнями, а в Саудовской Аравии за подобное преступление могут приговорить и к обезглавливанию. Но для правоверного мусульманина сексуальной жизни вне брака просто не существует» (Р.Максуд. Ислам. Перевод с английского.

М.: Фаирпресс, 2000). Автор книги — мусульманка, живущая в Англии. Впрочем, она не столько исследователь ислама, сколько адепт.

Мусульмане-мужчины могут жениться на девушках-христианках или иудеистках. Но мусульманские девушки не имеют права выходить замуж за юношей иной веры. Объясняют это тем, что дети обычно принимают религию отцов.

## Студенты в белом и студентки в черном

На другой день после моего приезда (когда я перелетел из Джидды в Риад) профессор Аль-Свейдан повез меня на химический факультет. Университет имени короля Сауда находится на окраине города, за ним — пустыня. Территория кампуса огромна, здания поражают размерами и великолепной архитектурой. Как и в любом кампусе, много студентов, но это особые студенты.

Нигде нет ни одной женщины: ни студентки, ни преподавателя, ни уборщицы. Здесь только мужчины, причем все они в белом. Я не запомнил названия этой одежды: представьте рубашку почти до пят, с длинными рукавами, с внутренними карманами на уровне брючных, из тонкой ткани, шелковой и хлопчатобумажной, абсолютно чистую и свежую. Непокрытых голов нет, на каждом платок (чаще всего клетчатый, иногда белый) с удерживающим кольцом.

Потом оказалось, что женщины-студентки и преподавательницы в кампусе все же есть, более того, их много. Только все они в другом кампусе, отдельно. Меня попросили прочесть лекцию и у них, я согласился и получил возможность посмотреть женское ученое сообщество.

Там все, наоборот, были в черном и только в черном. Длинные платья, голова у всех покрыта, лица у большинства закрыты паранджой (непабом), с узкой прорезью для глаз. Я спрашивал, как они узнают друг друга. Без проблем, ответили мне, — по росту, комплекции, по глазам, но прежде всего по голосу. Несколько женщин пришли на лекцию с открытыми лицами; одна из них оказалась азербайджанкой, уехавшей из Баку.

## Первый дворец Саудов в Дери уже восстановлен (с внешней стороны)



Еще в самолете Джидда — Риад я наблюдал, как женщины в парандже едят: поднимают ее передний край, но так, чтобы лица не было видно.

## Арабские скакуны

В университетском городке студенты не ездят на велосипедах, в отличие, скажем, от Японии, Китая, Индии или Вьетнама. К университету, я в этом почти уверен, не идет городской транспорт. Его вообще в Риаде не видно. Студенты ездят в университет на собственных автомобилях. Вокруг факультетских зданий огромные стоянки, как, скажем, возле загородного американского торгового центра или магазина «ИКЕА» в Москве.

Причем машины в Риаде — не какие-нибудь малолитражки. Не увидишь ни «Фиата», ни «Пежо», ни других относительно дешевых марок. Машины, конечно, есть у всех: в большинстве семей их несколько, в среднем по три на семью. Автомобиль пришел на смену степенным верблюдам, и управлять им учатся с детства. Сын Аль-Свейдана отвез меня в гостиницу; у него не было прав, и на заднем сиденье ехал водитель, обслуживающий Свейдана, но водитель не





*А этот химик работает в лаборатории. И тоже, конечно, не в халяте*



## ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

*Профессор Хассан Аль-Свейдан — химик, эколог и предприниматель в одном лице*

знал дороги, а двенадцатилетний мальчишка знал. С бензином проблем нет: Саудовская Аравия добывает нефти намного больше, чем любая другая страна. Кстати, Аль-Свейдан не только профессор и ученый, но еще и капиталист, владелец фирмы. Пожалуй, фирмой он интересуется даже больше, чем научной работой. В лаборатории у него всего один сотрудник — суданец Ахмад. В фирме же человек пятьдесят, в основном филиппинцы. Фирма называется «Sara Medical Supplies Factory», и делает она разные вещицы для младенцев, почти все — из пластика: баночки с завинчивающимися крышками, бутылочки для молока... Когда мы уезжали, мне подарили коробку с полным набором продукции фирмы. Теперь эта коробка стоит у нас дома на шкафу; пока не было случая кому-нибудь переподарить ее, а у меня даже внуки уже не младенцы.

*Остатки глинобитных домов древней столицы — Дери.*

*Отсюда началась династия Саудов; отсюда пошел ваххабизм*



## Желтое солнце пустыни

Советник посольства Игорь Кремнев показывал мне Дерию, старый город, разрушенный турками в начале XIX века. Город этот рядом с Риадом: остатки глинобитных домов, кривые улицы, крепостные стены. Восстановлен дворец, где жили Сауды, родоначальники правящей династии; было это лет триста тому назад. Здесь в то же время обретался и Ваххаб, идеолог ваххабизма. Очень любопытно ходить по руинам древних городов; каждый раз испытываешь какое-то особое волнение. Воображение рисует картины той, далекой жизни. Обычно в таких местах бывает много туристов. Здесь же, кроме нас с Игорем, кажется, было всего два человека: похоже, тоже турист с сопровождающим. Потом мы поехали в район Рида, которым саудовцы гордятся гораздо больше, чем историческими достопримечательностями, — в так называемый дипломатический квартал, где находятся посольства и огромный центральный комплекс. Я попытался сделать снимок — меня тут же остановил полицейский: оказалось, в кадр попали женщины. Они стояли в отдалении, спиной ко мне, в своих черных нарядах до пят и, естественно, с закрытыми лицами. А все равно — нельзя. Женщин вообще не разрешается фотографировать. В этом районе есть холм, с которого, как говорил Игорь, обычно хорошо виден не только дипломатический квартал, но и значительная часть самого Рида. Однако нам не повезло, даль затянуло дымкой.

— Это хамсин, — сказал Игорь Александрович. — Пыльная буря.

Хамсин — это, собственно, не буря в нашем понимании. Сильного ветра может и не быть, но воздух пустыни насыщается мельчайшими частичками песка, причем песок и дымка бы-

вают разного цвета — белесыми и серыми, желтыми и даже почти красными. Солнце теряет яркость и тоже меняет цвет: оно стало желтым и каким-то расплывчатым.

Хамсин здесь бывает часто, в этот раз он был несильным и непродолжительным. На следующее утро воздух оказался прозрачным, и солнце снова стало ослепительным.

А многие здания посольств в дипломатическом районе действительно очень красивы. (Фотографии некоторых я видел и раньше: в 1993 году на Всемирной выставке ЭКСПО, в павильоне Саудовской Аравии.)

Еще о фотографировании: проезжая в машине мимо эффектного здания Министерства внутренних дел, я навел фотоаппарат, благо мы остановились на светофоре прямо напротив него. Тут же из соседней машины мне крикнули, что снимать министерство не разрешается. Почему? Везде продаются тысячи открыток с его изображением И все же нельзя.

## Есть ли в Аравии бедуины?

Профессор Аль-Свейдан не раз говорил мне, что его предки кочевали с верблюдами по пустыне (а я ему — что мои пахали землю в Тверской губернии). Остались ли бедуины сейчас? В богатейшей стране, где у оседлых граждан хорошие дома, роскошные автомобили, великолепное медицинское обслуживание и прочее? Оказывается, остались. Процентом пять населения продолжает кочевать.

А в заключение нужно сказать, что химики этой своеобразной страны хотели бы дружить с нашими химиками. Например, Аль-Свейдан предложил подготовить соглашение о сотрудничестве между химическими факультетами наших университетов, просил меня руководить аспирантами из его лаборатории, приглашать его с коллегами на наши конференции. Почему бы и нет?



# Мужик

Михаил Кликин

— Анна! Поди сюда! Анна! — кричала старая Агафья в завешенное пожелтевшим тюлем окно с растрескавшимися наличниками. Никто не отзывался. Она постучала сухим кулачком в дребезжащее стекло и, прильнув к нему лицом, заглянула в избу. Но толком ничего там не разглядела и вновь закричала: — Ты спишь, что ли? Выдь на минуту! Анна, эй!..

Было раннее августовское утро. Опухшее розовое солнце нехотя поднималось над далеким лесом. По земле стелились седые полотнища тумана, цеплялись за кусты, за изгороди, стекали в низинки, завивались локонами под ленивыми порывами только что проснувшегося ветерка. Стояла прозрачная тишина. Лишь где-то вдалеке считала чужие годы кукушка да четыре деревенских петуха устроили привычную утреннюю перекличку. Не мычали коровы, не блеяли козы, не тявкали собаки — деревня умирала, доживала последние годы, постепенно кончаясь от старости.

Когда-то здесь было почти сорок дворов, стояла церковь, в тридцать шестом году разрушенная большевиками. В свое время была в деревне и каменная двухэтажная школа-шестилетка, построенная советской властью, и свой медпункт, и почта, и телятник, и птичник. Теперь же все заросло крапивой да иван-чаем, чиканом да лебедой. Ломались под собственной тяжестью стропила, проваливались крыши, рушились пустые дворы. И только бревенчатые срубы, с головой заросшие дикой травой, еще стояли, не сдаваясь неумолимому времени. Казалось странным, как в этом забытом уголке еще живут четыре дома, четыре избы. Невероятно, но в затерянной деревне еще как-то жили четыре старухи...

Агафье было зябко. Она плотнее запахнулась в рваную телогрейку и поправила серую шаль, наброшенную на плечи.

— Померла ты там, что ли, прости, Господи? — пробормотала она и вновь постучала в низкое окно.

Занавеска отдернулась, и в окне возникло худое старушечье лицо, изрытое глубокими морщинами.

— Чего барабанишь? — глухо донеслось сквозь стекло.

— Мужик-то у тебя?

— Нет его. В лес ушел ни свет ни заря. — Анна со стуком распахнула облупленные рамы. — А почто он тебе?

— У колодца ворот сломался. Сделать бы надо. Ручка лопнула. Чуть меня не зашибла. И ведро-то теперь не достанешь.

— Нет его. В лес ушел, — повторила Анна и пригласила: — Может, заглянешь, соседка?

— Идти бы уж надобно... А как появится, ты его попроси.

— Ладно.

Они помолчали немного. Агафья не торопилась уходить — присела на завалинку, сунув мерзнувшие руки в карманы. Анна наполовину высунулась из окна, ветер перебирал ее седые космы, вплетая в них невесомые нити августовской паутины.

— Опять к железякам своим ушел? — спросила Агафья.

— Ага. В лес.

— И зачем они ему?

— Машина это его.

— А ты-то откуда знаешь?

— Знаю. Он сказал.

— Так он же немой.

— Немой, немой! — передразнила Анна, но пояснять ничего не стала.

Художник Е. Силина



Они вновь замолчали, греясь в лучах нежаркого утреннего солнышка.

— Странный он у тебя все-таки.

Анна ничего не ответила.

— И крыльцо бы мне подделать надо, — вспомнив, продолжила Агафья. — А то совсем уже сгнило. С водой боязно ходить, не дай Бог, сломается под ногой, так всю оставшуюся жизнь и пролежишь... Скажи уж ему и про крыльцо, ладно?

— Ладно...

— Что бы мы без него делали? Какой ни есть, а все мужик. Пособить чего, принести. Матрене, вон, крышу дранкой перекрыл. Огород копает... — Агафья вздохнула, выдержала паузу и повторила: — И что бы мы без него делали?

— Уйдет он скоро, — сказала Анна.

— Как уйдет? — всполошилась Агафья.

— А вот так. Сделает свою машину и уйдет.

— Как же так? А мы?

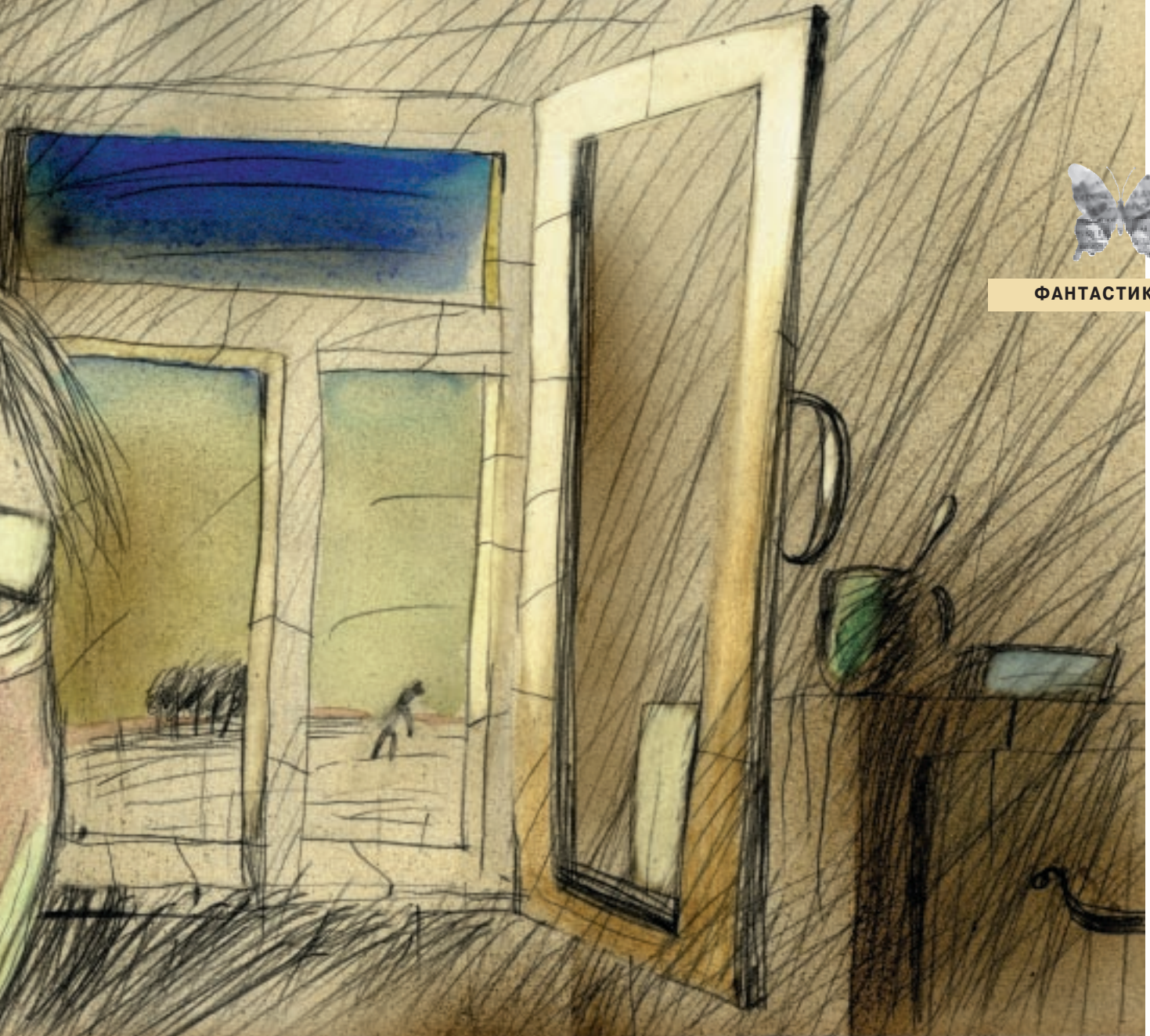
— Жили же раньше...

Агафья сердито пожевала губу и заявила:

— Сжечь ее надо! Чтоб уже нельзя было сделать!

— А как ты ее сожжешь? Это же железяка.

— Надо же! Уйдет! — Агафья возмущенно потрянула голо-



вой. — Экий!.. Уйдет!.. Без мужика нонче нельзя. Никак нельзя.

— Так ведь жили же...

— Жили! — фыркнула Агафья.

Солнце поднималось все выше. Истаял туман.

Анна вспоминала, как однажды ночью прогремело что-то на улице, в небе, и избу залило ярким светом. И потом в лесу затрещало страшно и гулко, заметалось дробящееся эхо... А утром на огороде нашла она чудного полумертвого человека, испугалась тогда, но приволокла к себе в дом, сама не зная зачем, и все поила его водой и утирала ему капли пота с высокого серого лба. И как открыл он глаза и сказал что-то странное... Нет, не сказал, губы его не шевелились, и слов не было, но как-то же она поняла, что он хочет сообщить ей что-то...

— А вон и он возвращается! — сказала Агафья и заторопилась: — Ты уж скажи, а то мне неудобно. Я и говорить-то с ним не умею. Про колодец и про крыльцо не забудь. Ладно?

— Ладно-ладно. Иди уж. — Анна махнула рукой. — Скажу.

Агафья, шаркая негнушимися ногами, пошла было к своей избе, заспешила, но, не сделав и пяти шагов, обернулась вдруг и сказала жалобно, просительно:

— Слышь, Анна. Ты уж его как бы удержала. Придумай хоть чего! Как же мы теперь без мужика-то будем? А? Помирать только и останется. Может, ему надо чего. А? Мы уж... — Она мгновение помедлила, заглядывая в глаза соседки, затем отвернулась и пошла прочь.

Агафья осторожно поднялась на предательски поддающиеся под ногами ступени высокого крыльца и остановилась, из-под руки заглядывая в сторону еще невысокого солнца. Там, направляясь из леса к деревне, возвращался домой чудной Аннин мужик. Ковылял на коротеньких кривых ножках, сам маленький, словно подросток, нескладный, какой-то убогий. Большая голова на тоненькой шее, узкие плечи, длинные руки. Одет в свою неизменную серебристую одежду. Глаза большие, ни ресниц, ни бровей. Носа почти не видно, зато рот огромный, словно щель. Десны голые, совершенно беззубые. И на человека-то не похож. Уродец!

Какой-никакой, а помощник. Мужик...

Агафья тяжело вздохнула:

— Уйдет он от нас. Все ушли, и он уйдет.

Она потянула на себя тяжелую дверь и, сутулясь больше, чем обычно, ступила в холодный полумрак своей пустой избы.

# Дракон

— Я убил дракона! — во все горло кричал Рамзер. — Выходите, люди! Дракон мертв!

Тишина была ему ответом.

Он потрясал в воздухе окровавленным мечом, и алые капли холодной драконьей крови падали ему на голову и плечи, тонкими струйками стекали по загорелой коже, мешаясь с ручейками горячего пота.

— Дракон мертв! Я убил его!

— Ты лжешь! — крикнул кто-то из темноты избы, из распахнувшегося на короткое мгновение окна. — Лжешь! — Ставни захлопнулись.

— Это правда. На моем клинке его кровь. Я убил его. Туша его лежит и смердит у входа в пещеру. Я вспорол ему брюхо и отсек голову. Я отрубил ему лапы. Я содрал его кожу.

— Ложь! — вновь хлопнул ставень.

Рамзер опустил меч, сел в горячую дорожную пыль. Слепые деревенские дома ждали, чтобы он ушел. Он был для них чужаком. Лживым чужаком.

— Зачем мне врать? — тихо спросил Рамзер. — Я действительно убил его.

— Ложь, — выдохнул кто-то совсем рядом.

— Почему вы не верите мне? — Рамзер поднял голову и посмотрел на подошедшего человека.

— Потому, что до тебя сотни людей утверждали, что убили дракона. — Высокий худой крестьянин смотрел на него с легким укором и какой-то странной жалостью, чуть заметно покачивая головой.

— Но его кровь...

— Они тоже приходили вымазанными с ног до головы холодной кровью дракона.

— Он лежит там. — Рамзер махнул рукой в сторону предгорий, туда, где находилось логово дракона.

— Они тоже говорили так.

— Но... — Рамзер не знал, что еще сказать, как убедить этих странных людей, что дракон мертв. Мертв! — Он мертв!

— Наш дракон не может умереть. Возможно, ты убил какого-то дракона, но эта не наш дракон.

— Какого-то?.. Не ваш?.. Но там был один. Драконы всегда живут поодиночке.

Крестьянин вдруг хрипло засмеялся, раззявив гнилозубую пасть и хлопая себя ладонью по колену. Отсмеявшись, он присел в горячую пыль рядом с воином и сказал поучительно:

— Дракон не может жить в одиночестве. Наш Дракон. Не может. Понимаешь это, чужак?

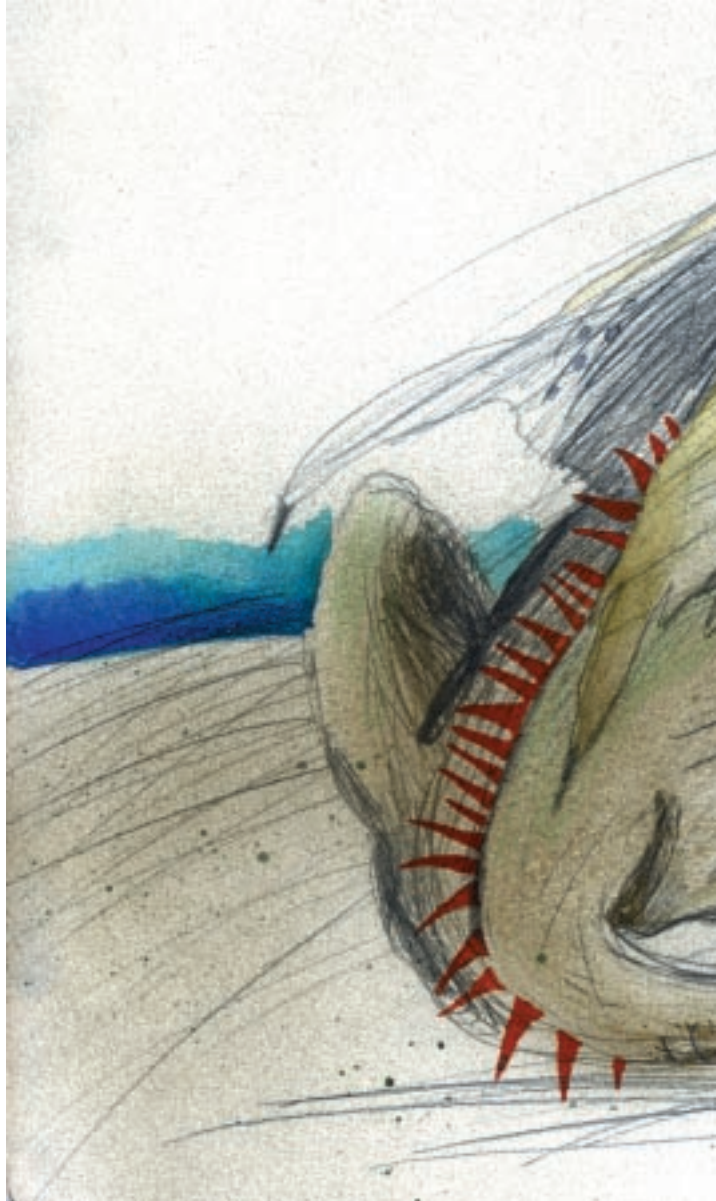
— Нет, — честно ответил Рамзер. — За свою жизнь я убил десяток драконов, я хорошо знаю их повадки и никогда не видел, даже не слышал о том, что они живут семьями.

— Семьями! — восхитился крестьянин и вновь захохотал. — Семьями! Нет, конечно. Он один, но это не значит, что он одинок. Неужели ты не можешь этого понять?

— Стало быть, там остался еще один дракон?

— Нет. Конечно же нет. Там остался дракон. Но он всегда был там. Один-единственный. Вечный. Неуничтожимый. Многоликий.

— Я не понимаю, — признался Рамзер. — Я убил дракона. Я отсек ему голову и снял кожу. Я сделал все, чтоб удостовериться в его смерти. Но ты говоришь...



Художник Е. Силина

— Ты убил своего дракона. Но не нашего. Наш дракон по-прежнему там.

— Не понимаю.

— Никто из чужаков не может этого понять, хотя это так просто. Вот скажи мне, что ты видишь, когда наклоняешься над чистой водой?

— И что же я вижу?

— Отражение.

— Да, конечно. Я вижу себя.

— Не себя. Отражение. И это и есть твой дракон. Ты можешь взмутить воду и уничтожить отражение, но ты не можешь убить своего дракона. Он всегда с тобой. Стоит тебе наклониться над водой — и вот он. Снова здесь. Глядит на тебя из глубины. Только вместе с тобой может умереть отражение. Только твоя смерть может уничтожить дракона. Настоящего дракона.

Рамзер задумался. Тряхнул головой:

— Зачем ты объясняешь мне это? Дракон — это обычная тварь. Огнедышащее летающее животное, а не отражение в воде.

Крестьянин опять засмеялся. На этот раз невесело.

— Ты действительно так думаешь?

— А почему я должен думать по-другому? — пожал плечами Рамзер.

— Неужели ты не ощущаешь холод?

— Вечереет, — признал воин. — Солнце садится.

— Нет, нет. Это другой холод. Холод под кожей, лед в сер-



дце. А кожу на голове стягивает, словно ты окунул ее в ручей, бегущий с заснеженных горных вершин. И пальцы — чувствуешь? — пальцы уже немеют. Они становятся чужими. Не слушаются тебя.

— Я всего лишь очень сильно устал.

— Нет. Ты только что убил своего дракона. Свое отражение. Это себе ты отсекаешь голову и отрубил лапы. Ты вспорол свое брюхо и снял собственную кожу. Твое тело лежит у входа в пещеру и смердит, словно куча свежего навоза. А дракон жив. Настоящий Дракон. Наш Дракон.

Рамзер попытался встать. И не смог. Ноги ослабли, сделались мягкими и не держали его. И пальцы... пальцы на руках онемели, стали чужими, скрючились. Он выронил из рук меч и поднес ладони к глазам, с ужасом разглядывая посиневшую кожу, сквозь которую проступали набухшие черные вены.

— Что со мной? — прошептал Рамзер.

— Ты почувствовал?

— Что это?

— Ты умираешь.

— Почему?

— Потому что ты нашел своего дракона и убил его, вместо того чтобы оставить ему — и себе — жизнь.

— Я... я умираю?

— Да.

— И вы знали, что так будет?

— Мы знали, что если ты убьешь своего дракона, то умрешь.

— И ничего мне не сказали? Не предупредили?

— Зачем?

— Зачем?.. Зачем?.. — прохрипел Рамзер. Не то засмеялся, не то заплакал. — Зачем?..

— Жаль, что ты не узнал в драконе себя. Тогда бы твоя жизнь перевернулась. Тогда ты знал бы, что рядом с тобой всегда находится дракон. Твой собственный. В тебе. И ты сам стал бы драконом. Это... это потрясающе!

Рамзер хрипел. Глаза его закатывались. Почерневшие губы дрожали.

— Что? — наклонился ближе крестьянин. — Я не слышу тебя!

— Ужасен... отвратителен... Он был отвратителен... Я не мог остановиться... кромсал, рубил... Отвратителен!..

— Да. Ведь это дракон. Он не бывает другим. Его надо принимать таким, какой он есть. Ужасным, отвратительным, уродливым. Но ты убил его и потому умер сам.

Некоторое время крестьянин с жалостью смотрел на корчащееся в пыли тело воина, а потом, когда чужак затих, присел на четвереньки и... и стал изменяться. Через минуту он распахнул кожистые крылья, вытянул шею к опускающемуся солнцу и взмыл в небо. Пролетел над крышами деревенских домов, низко, едва не задевая их резные коньки, развернулся над полем и, набрав высоту, направился к предгорьям, затянутым вечерним туманом.

Захлопали ставни. Заскрипели двери. Из изб выходили люди, смотрели вслед улетающему дракону и улыбались.

Никто не обращал внимания на скорченное черное тело, лежащее на дороге.



Пишут, что...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Только правду и шепотом

Эйтни Карлин, лингвист из Лейденского университета, установила, что язык трио, на котором говорят суринамские аборигены, отличается особой точностью в отношении правдивости высказывания. Карлин почти закончила создание полной грамматики этого языка.

Специфическая честность языка трио создает проблемы при переводе, например, с голландского. Временами из-за этого случаются неприятные инциденты между суринамским правительством и аборигенами. Голландский — официальный язык Суринама, и говорящие на нем иногда (как большинство людей) говорят неправду. В словах языка трио, помимо прочего, есть особое окончание, которое обозначает разочарование, — оно выражает несбывшееся ожидание. Например, чиновник говорит: «Я сказал, что мы собираемся построить школу, но выяснилось, что у нас нет на это денег». Переводчик перевел фразу на язык трио, но опустил окончание. Получилось, что, когда чиновник давал обещание, он уже знал, что школа не будет построена (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 18 апреля 2002 г.).

В трио нет неточных выражений. Тот, кто сказал: «Человек ушел в город», должен с помощью специальной глагольной формы подтвердить, что он лично видел, как человек уходил. Если не видел, следует выбрать другую форму глагола, причем она должна указывать, есть ли доказательства, что человек действительно ушел, или это просто предположение. В большинстве других языков подобная точность достигается за счет длинных придаточных предложений — так поступают, например, юристы.

Еще одна особенность: аборигены говорят на трио негромким голосом, почти шепотом. Повышение голоса считается недопустимым. Это тоже, в свою очередь, часто становится причиной недопонимания между суринамским правительством и аборигенами, поскольку в голландском, как и почти во всех языках мира, интонация играет важную роль.

На трио говорят примерно 2200 человек, которые живут по обе стороны границы между Суринамом и Бразилией. Аборигены населяют несколько деревень в тропических лесах, утром и вечером активно переговариваются по радио, а ездят друг к другу в гости по реке в выдолбленных из дерева каноэ с моторами. Во всем остальном жизнь этого немногочисленного народа, занимающегося охотой и земледелием, довольно традиционна.

*Е.Лозовская*

...китайская и европейская группы биотехнологов завершили предварительную расшифровку геномов двух сортов риса, каждый из которых содержит около 430 млн. пар оснований ДНК («Science», 2002, т.296, р.32)...

...облучая ультрафиолетом охлажденную до температуры ниже 15 К смесь, содержащую воду, метанол, аммиак и окислы углерода, удалось синтезировать 16 различных аминокислот («Nature», 2002, т.416, с.403)...

...водорастворимые соединения фуллеренов с аминокислотами, например с пролином, ведут себя как липофильные ионы, проникающие через биологические мембраны («Физика твердого тела», 2002, № 4, с.658)...

...на Украине конструируют электромобиль, в котором жидкий азот, выходя из криостата, будет превращаться в газ высокого давления, приводящий в действие электромотор («Физика низких температур», 2002, № 2, с.60)...

...во многих странах работают над созданием экологически чистых теплоэлектростанций, в которых катализаторы обеспечат беспламенное глубокое окисление топлива («Известия Академии наук, серия Энергетика», 2002, № 1, с.3)...

...углеродные нанотрубки представляют собой волноводы поверхностных электромагнитных волн инфракрасного диапазона, и они могут стать важными элементами наноэлектроники («Радиотехника и электроника», 2002, № 3, с.261)...

...защиту от коррозии способна обеспечить пленка из самоорганизующихся слоев молекул («Электрохимия», 2002, № 3, с.265)...

...в результате высокотемпературной обработки активированного угля азотом и водяным паром образуется пористый материал с фрактальной структурой полостей и каналов («Physical Review Letters», 2002, т.88, с.115505)...





...пока открытия 111-го и 112-го элементов не получают подтверждения, ИЮПАК и ИЮПАП рекомендуют использовать в качестве их названий латинские выражения их атомных номеров — «unununium» и «ununbium» («Chemistry International», 2002, № 2, с.7)...

...у людей любого возраста имеется бурый жир, однако его роль в общем энергетическом обмене организма еще не выяснена («Успехи физиологических наук», 2002, № 3, с.20)...

...человеческая речь зазвучала на Земле как минимум 300—400 тыс. лет назад, когда органы, участвующие в произнесении звуков, приобрели анатомическое строение, близкое к современному («Вопросы языкознания», 2002, № 2, с.60)...

...с помощью телескопа «Субару» на Гавайях обнаружили самую удаленную из когда-либо наблюдаемых галактик, изображение которой усиливается благодаря наличию гравитационной линзы («Astrophysical Journal Letters», 2002, т.568, с.L75)...

...диапазон давлений во Вселенной изменяется на 60 порядков — от практически нулевого в межгалактическом пространстве до фантастически большого в центре нейтронной звезды («Успехи физических наук», 2002, № 4, с.480)...

...финансируя фундаментальную науку, Россия фактически спонсирует богатейшие страны мира, которые первыми воспользуются ее достижениями («Экономика и математические методы», 2002, № 2, с.42)...

...ежегодно во всем мире на 8—10% падает подписка на научные журналы, и они становятся убыточными («Вестник РАН», 2002, № 4, 329)...

...получение прибыли и развитие просвещения в России — это две исключаящие друг друга цели («Литературная газета», 2002, 8—14 мая 2002 г.)...

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Умный стакан требует долива

Класс ресторана зависит как от качества подаваемых блюд, так и от расторопности обслуживающего персонала. Хорошие официанты внимательно следят за бокалами клиентов и вовремя пополняют их содержимое. Сотрудники японской электронной компании «Мицубиси» решили облегчить их работу (по сообщению агентства «New Scientist» от 4 апреля 2002 г.)

Пол Дитц и его коллеги из лаборатории фирмы «Мицубиси» в Кембридже (Массачусетте) заняты разработкой стаканов серии iGlassware, которые будут подавать сигнал, как только уровень жидкости в них начнет падать. Изобретатели адаптировали систему, используемую в магазинах для борьбы с воровством.

Стакан имеет электронную метку — микросхему, которая связана с радиочастотной антенной (катушкой) в его основании. Покрытие из прозрачного проводящего материала превращает стакан в конденсатор, где проводящие пластины (стенки и дно) разделены изолятором (жидкостью). Когда уровень жидкости начинает падать, с ней контактирует меньшая поверхность стенок и емкостное сопротивление снижается.

Изменение сопротивления фиксирует микросхема, в которой также хранится цифровой код стакана. Сигнал принимает антенна (катушка), встроенная в стол. Она пересылает его в специальные устройства, закрепленные на руке официантов, либо на дисплей за стойкой бара.

Первый опытный экземпляр представлял собой пластиковый стакан с медной лентой, обмотанной вокруг основания. В более поздней версии катушка приемника на столе выступала в качестве источника питания для стакана. Радиочастотный сигнал, индуцируемый ею, вызывает электрический ток в катушках стаканов, «подпитывая» их, даже если они подняты на несколько дюймов над поверхностью стола.

Рональд Кол, эксперт по управлению гостиницами и ресторанами в университете штата Дэлавер, приветствует новое изобретение. Результаты исследований свидетельствуют о прямой зависимости между скоростью, с которой клиент получит заказанный напиток, а также частотой наполнения бокала, и чувством удовлетворения от посещения ресторана.

В системе iGlassware применяются частоты, схожие с теми, что в сотовых телефонах. В отличие от меток безопасности в магазинах, они совершенно безвредны для обладателей кардиостимуляторов. Впрочем, если вы будете слушать только свой стакан, игнорируя голос рассудка, проблемы неизбежны.

*Е. Сутоцкая*



**А.В.ЩУКИНУ, Оренбург:** Хотя маргарин и делают из растительного масла, он не богат полезными для здоровья непредельными жирными кислотами по одной простой причине: процесс изготовления маргарина как раз и состоит в гидрогенизации непредельных кислот.

**Н.П.БОНДАРЮ, Москва:** Слово «релюкс» нам в справочниках найти не удалось, а вот «Рилюкс» — торговое название чешских оптических отбеливателей, то есть компонентов красителя или моющего средства, которые придают поверхности белизну.

**Л.С.ГОРЕЛОВОЙ, Санкт-Петербург:** Природный ауксин и ИУК — это одно и то же вещество, индол-3-уксусная кислота, фитогормон, стимулятор роста и развития у растений; в сельском хозяйстве и садоводстве применяют синтетические ауксины, которые не разрушаются растительными ферментами, например индол-3-масляную кислоту.

**А.М.КАЗАКОВОЙ, Тула:** Засушить цветы, хотя бы отчасти сохранив их красоту, можно следующим способом: поставьте их в раствор из двух объемных частей воды и одной части эфира и подождите две недели.

**И.А.ПАСЮК, Нижний Новгород:** Бабочка ванесса, часто упоминаемая в стихах и прозе Набокова, по-русски называется адмирал (*Vanessa atalanta L.*)

**АЛЕКСЕЮ ГРИБОВУ, Иркутск:** Действительно, рептилии, как справедливо заметил доктор Ватсон в нашей киноверсии «Пестрой ленте», слышат плохо и на свист не идут, а вот у рыб со слухом все в порядке — помимо внутреннего уха у них есть также чувствительные клетки боковой линии, способные воспринимать вибрации; опыты показывают, что рыбы могут, например, реагировать на звук колокола над водой.

**А.Н.ИЛЬЯШУ, Санкт-Петербург:** Как нам кажется, ни один человек старше одного года не может сесть на морскую свинку, не раздавив ее; скорее всего, наши коллеги из журнала «Знание — сила» ошиблись, а миниатюрные индейцы яномами умещаются на спине водосвинки, она же капибара — самый крупный грызун Земли длиной более 1 м и весом до 50 кг.

**Д.Ч. и др.:** Еще раз: «Химия и жизнь» не принимает к публикации материалы ни о новых версиях Периодической системы, ни об изотопах, открытых «на кончике пера».

# Отдаленнейший предок человека

**Н.Резник**

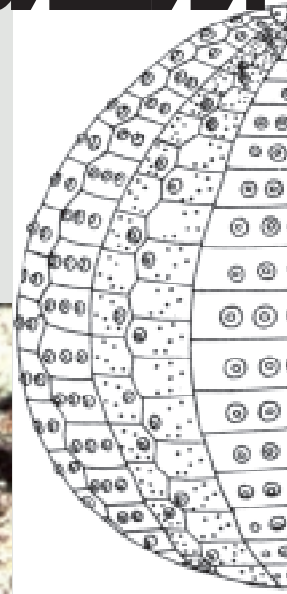
# Ч

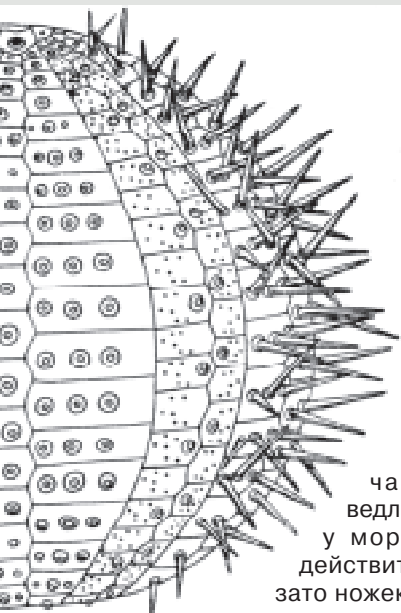
еловек считает своим прародителем некую абстрактную обезьяну. Если же рассматривать людей не как приматов, а как млекопитающих, роль предка переходит к одной не слишком привлекательной крысовидной зверюшке. Еще расширив границы, мы отнесем человечество к вторичноротым, огромной ветви животного мира, у основания которой стоят иглокожие, и среди них морские ежи — излюбленный объект эмбриологов.

Морские ежи — малоподвижные донные животные диаметром от 2–3 см (а в тропических морях они бывают величиной с детскую голову). Все 800 видов ежей любят хорошо соленую воду, поэтому в Каспийском, Черном и Балтийском морях не живут. Зато в морях Северного Ледовитого океана и в Беринговом море их достаточно.

Несмотря на шаровидную форму, еж имеет не бесконечную симметрию, а пятилучевую; с некоторой натяжкой его можно уподобить круглой морской звезде. Морские ежи — самые иглокожие из всех иглокожих. Их тело заключено в сплошной неподвижный панцирь (скорлупу) из известковых пластинок, соединенных друг с другом. Панцирь усеян подвижными иголками, длина которых иногда в два-три раза превышает диаметр тела ежа. Среди обыкновенных игл таятся педицеллярии — иглы, превратившиеся в хватательные щипчики. Педицеллярии имеют разную форму и назначение. Большая их часть служит для очистки тела от экскрементов, которые застревают между иглами (выделительное отверстие ежа расположено на верхнем полюсе). Щипчиками еж дробит экскременты на мелкие крошки, смываемые водой. Другие педицеллярии содержат ядовитые железы: еж использует их, защищаясь от нападения. Для этого ему приходится разводить в сторону основные иглы, которые длиннее ядовитых.

От панциря у ежа свободно только темечко и пузичко, вниз которым он ползает. Там помещается ротовое отверстие, из него торчат наружу пять известковых зубов. Этими зубами еж соскабливает с камней водоросли и размельчает мелких животных. Так что традиционная





дразнилка: «Ежик — ни головы, ни ножек» в данном случае отчасти справедлива. Головы у морского ежа действительно нет, зато ножек, торчащих из специальных отверстий в ежовой скорлупе, — в изобилии. Их три типа. Одни служат для передвижения, и их очень много. Каждая такая ножка представляет собой длинную узкую трубочку с присоской на конце, способную сильно вытягиваться и сокращаться, но еж при ходьбе помогает себе еще иглами. Он подпирается ими, как ходулями, и они, наклоняясь в ту или иную сторону, вызывают перемещение тела. Второй тип ножек, тоже с присосками, расположен на нижней стороне ежа. Их всего десять, и они играют роль чувствительных органов, в том числе вкусовых. И еще есть осязательные щупальца, без присоски.

Трудно представить, как все это уместается на поверхности юного ежонка диаметром всего в четверть миллиметра. Если эта кроха уцелеет, то к трем годам вырастет до трех-четырех сантиметров, достигнет половой зрелости и, возможно, станет добычей эмбриолога.

Морских ежей ученые полюбили еще в XIX веке. От каждой самки можно получить несколько миллионов яиц; оплодотворение наружное, поэтому его легко провести искусственно; за прозрачными зародышами удобно наблюдать. Ежей вылавливают в море и доставляют в лабораторию в сумках-холодильниках: слой льда из морской воды, слой ежей, залитых холодной морской водой, еще один слой льда. На небольшие расстояния их можно перевозить даже без



воды и еды — так ежи выдерживают до двух суток при 0–5°C. В лаборатории их сажают в искусственную морскую воду подходящей температуры.

Морские ежи двуполы, но внешних половых признаков не имеют, поэтому ученым предстоит разобраться, кого они наловили. Есть жестокий способ — вскрытие, есть и более щадящий — после инъекции в пузико раствора хлористого калия из животного начинает вытекать белая сперма или желтоватые яйца. Если еж вполне созрел, некоторое количество половых продуктов из него можно просто встряхнуть (половые железы открываются на темечке). Оплодотворенные яйца развиваются даже в чашке Петри, если лежат в один слой. Из них образуются подвижные, активно питающиеся личинки, которых до недавнего времени не умели содержать в искусственных условиях, поэтому большинство исследований выполнено на зародышах морских ежей. Однако в последние десятилетия ученые наловчились выращивать этих животных в лаборатории и уже получили несколько ежиных поколений. Главное — подобрать личинкам корм и правильно перемешивать воду, а потом в нужный момент подстелить морскую траву зостеры, обросшую известковыми водорослями. Готовые к оседанию личинки устремляются к этой траве и через 10–15 минут превращаются в малюсеньких ежиков, которые первым делом соскребают с зостеры все известковые водоросли, чтобы укрепить скелетик.

Наблюдая за развитием морских ежей, ученые poznали, какие изменения происходят в яйце после взаимодействия со сперматозоидом, изучили его дробление, закладку пигментных и нервных клеток, митоз, влияние разных веществ на зародыш и многое другое. На них исследовали организацию гистоновых генов и вообще особенности белкового синтеза на разных этапах развития. Но прославил морского ежа эмбриолог Ганс Дриш, а еж прославил Дриша.

В 1892 году Ганс Дриш поставил



## ЖЕРТВА НАУКИ

опыты на яйцах морского ежа, чтобы выяснить, зависимо ли друг от друга развиваются первые две клетки (бластомеры). Два первых бластомера он разделил простым встряхиванием, и из каждого развилась целая личинка без каких-либо дефектов. Сходные результаты эмбриологи позднее получили на множестве других объектов, а феномен развития целого из части Дриш назвал эмбриональной регуляцией. Почему из одного бластомера яйца морского ежа в норме получается половина зародыша, а после изоляции — целый зародыш, ученые до сих пор затрудняются объяснить. Нормальные личинки морского ежа можно получить также из разделенных, а затем перемешанных в беспорядке бластомеров. При этом процесс развития существенно отличается от нормального, например известковый скелет личинки образуется раньше, чем ее покровы. Это удивительное свойство развития — приходит совершенно разными путями к одному и тому же конечному результату — называется эквивалентностью. Г. Дриш сделал вывод, что судьба частей целого меняется не случайным образом, а в точном соответствии с их положением в новом целом. Он приписал клеткам бластулы определенные координаты (широту и долготу, как на глобусе). Судьба клеток зависит от их координат, то есть от их положения именно в составе целого зародыша, а не относительно любой отдельной клетки. Вот поэтому и можно перемешивать клетки на стадии бластулы. Эта закономерность получила название закона Дриша, а морской еж стал классическим объектом эмбриологии.

Ежегодно миллионы личинок морского ежа кончают свою жизнь в учебных и научных лабораториях. С одной стороны, они, конечно, жертвы науки, а с другой — разве это хуже, чем гибель в пасти какого-нибудь пожирателя планктона?

3-я специализированная выставка товаров промышленной и бытовой химии

# ЭС ХИМЭКСПО 2002

26 - 29 ноября  
2002 г.

Россия,  
Москва, ВВЦ  
пав. №20 (Химия)

Организаторы: Министерство промышленности, науки и технологий РФ, Правительство Москвы, Российская Академия Наук, Российский союз химиков, Московская Ассоциация организаций химического комплекса, Ассоциация ФГУП НИИ Российского союза химиков, ООО «ИнформТехЭкспо».

## Разделы выставки:

- Продукты основной и органической химии в промышленности;
- Химия в строительстве;
- Химия в быту;
- Инновационные и инвестиционные проекты, лизинг оборудования;
- Технологическое оборудование;
- Переработка и утилизация отходов

## Приглашаем на выставку!

Заявка на участие в выставке направляется до 10 ноября 2002г. по адресу:  
129223, Россия, Москва, проспект Мира, ВВЦ, павильон 19, офис 14,  
ООО «ИнформТехЭкспо», Тел./факс (095) 974-7421, 748-1296, 748-1299  
Email: itexpo01@mtu-net.ru Менеджер выставки – Ирина Каткова