



7

2011

ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ







**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:**

**Главный редактор**  
Л.Н.Стрельникова  
**Заместитель главного редактора**  
Е.В.Клещенко  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

**Редакторы и обозреватели**

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

**Технические рисунки**

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 5.7.2011

**Адрес редакции**  
105005 Москва, Лефортовский пер. 8  
**Телефон для справок:**  
8 (499) 267-54-18  
**e-mail:** redaktor@hij.ru  
<http://www.hij.ru>

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
работа Тифани Божич. Как мастера  
иллюзий заставляют нас видеть не то,  
что есть на самом деле? Читайте об  
этом в статье «Физиология обмана».

*Ты что, не понимаешь,  
что уже давно наступила  
современность?*

*Борис Кригер*

# Содержание

<b>Проблемы и методы науки</b>	
ДРОЖЬ ЗЕМЛИ. С.М.КОМАРОВ.....	2
<b>Технологии</b>	
СПУСКОВОЙ КРЮЧОК. С.М.КОМАРОВ .....	8
<b>Земля и ее обитатели</b>	
РАСТЕНИЯ НА ГРАНИ ЖИЗНИ. М.Т.МАЗУРЕНКО .....	12
<b>Интервью</b>	
ГОНКА БЕЗ ПОБЕДИТЕЛЯ. М.Н.ПРЕОБРАЖЕНСКАЯ .....	16
<b>Криминальная химия</b>	
СМЕРТЕЛЬНЫЙ ГЛИКОЗИД. Е.Стрельникова .....	22
<b>Гипотезы</b>	
ФИЗИОЛОГИЯ ОБМАНА. Н.Л.Резник.....	29
<b>Мифы нашего времени</b>	
ВРЕД СОТОВОГО ТЕЛЕФОНА: ЖДИТЕ ОТВЕТА... С.Анофелес .....	32
<b>Нанотехнологии</b>	
ПРОЧНОСТЬ ЧЕРЕЗ РАЗРУШЕНИЕ. Генрих Эрлих .....	34
<b>Нанофантастика</b>	
ПОЧЕМУ ОТМЕНИЛИ ПРАКТИКУМ ПО ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ. В.Папков .....	40
<b>Музей</b>	
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХИМЕРЫ. А.Кузнецова, Л.Хатуль .....	42
<b>Дневник наблюдений</b>	
КИСТОЧКА И ПРУТИК. Н.Анина .....	46
<b>Из дальних поездок</b>	
В КАМЕРУН К БАБОЧКАМ. Л.В.КААБАК. ....	48
<b>Что мы едим</b>	
СВЁКЛА. Н.Ручкина. ....	54
<b>Фантастика</b>	
СПУТНИКИ. Сергей Кусков .....	56
<b>Материалы нашего мира</b>	
ПО РЕЗИНОВОЙ ДОРОГЕ. М.Демина .....	64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	20	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	10, 11	ПИШУТ, ЧТО...	62
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	41	ПЕРЕПИСКА	64
КНИГИ	33		



# Дрожь Земли

Кандидат физико-математических наук  
**С.М.Комаров**

*Сколько древние греки ни приносили быков в жертву Посейдону — «колебателью земли», планета от этого трястись не переставала. Трясется она и сейчас, и в XXI веке человечество не может справиться с этим страшным бедствием. Более того, есть предположения, что наша планета вступила в период повышенной активности, то есть землетрясений будет все больше и больше. Как с ними бороться, как прогнозировать — об этом думают многие геофизики.*

## Движения плит

Почему возникают землетрясения? Общепринятое объяснение предлагает теория тектоники плит. Согласно этой теории, литосфера, хрупкая твердая оболочка Земли (и только ее среди всех известных нам планет этого типа), немонолитна. Она разбита на плиты, которые перемещаются за счет движения расположенной ниже пластичной твердой оболочки — астеносферы. А та, в свою очередь, движется из-за конвективных

движений в мантии планеты: горячее вещество поднимается вверх, а остывшее опускается. Почему такого не происходит на других планетах, неясно, а вот для Земли теория тектоники плит считается доказанной с шестидесятих годов XX века. Обнаружилось, что протяженные возвышенности на дне океана — так называемые срединные океанические хребты — сложены самыми молодыми породами, причем их склоны постоянно удаляются друг от друга. Эти области назвали зонами спрединга (расширения) земной коры. Считается, что сквозь образующиеся при таком движении разломы из глубин планеты поступает свежая магма, обеспечивая как само по себе поднятие, так и высокую вулканическую активность таких районов.

Со временем выяснилось, что поверхность мантии разбита на несколько так называемых конвективных ячеек. Подобные ячейки можно наблюдать в слое масла, налитого на горячую сковородку. По их краям вещество поднимается или опускается, в центральной же части движется вдоль поверхности (в данном случае вдоль поверхности Земли). Вот это движение со скоростью сантиметры в год и увлекает плиты земной коры. Оно не только смещает плиту, но и деформирует ее край, причем напряжения и деформации нарастают у того края ячейки, где вещество устремляется вниз.

*«VARIU TERRAE MOTUS NON SEMPER SIMPLICES CONTINGUNT; SED TREMOR CUM VALIDIS VIBRATIONIBUS SAEPE INCIDIT» в переводе с латинского означает: «Разные сии земли трясения не всегда по одному раздельно бывают, но дрожание с сильными стреляниями часто соединяется». М.В.Ломоносов. «Слово о рождении металлов от трясения земли».*



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Сейчас на планете есть восемь крупных плит, покрывающих 90% ее поверхности. На семи расположены материки, давшие им названия — Евразийская, Индостанская, Африканская, Северо-Американская, Южно-Американская, Антарктическая, Австралийская, а Тихоокеанская — чисто океаническая плита. Кроме того, остались следы прошедших эпох — десятки средних и множество мелких плит, расположенных между крупными.

Все плиты движутся друг относительно друга, причем можно выделить три основных типа движения: расхождение, схождение и сдвиг. Они-то и дают основные виды сейсмической и вулканической активности планеты.

Расхождение порождает разломы земной коры, которые на дне океана проявляются в виде упомянутых зон спрединга, а на континенте — в виде рифтовых зон. С ними связаны вулканы. Однако если в срединно-океанических хребтах есть множество черных курильщиков и выходов горячих вод, то на континенте это не так. Возможно, причина в том, что картина неполна: сейчас есть только одна активная континентальная рифтовая система — в Восточной Африке. Протянувшийся на 6000 км от Сирии до Мозамбика, рифт включает в себя Красное море и Великие африканские озера. Считается, что в будущем он станет новым океаном, причем на севере Эфиопии геофизики уже заметили начало процесса формирования океанической коры. Вдоль рифта есть вулканы, как действующие (Дубби в Эфиопии), так и потухшие (Кения в Кении, Меру в Танзании), но их немного. Байкальская впадина тоже считается рифтом, однако на вопрос «почему же тогда в Забайкалье нет вулканов?» ясного ответа нет.

Схождение приводит к столкновениям плит, результат же бывает трех типов. Первый — океаническая плита попадает под континентальную и погружается в мантию, обеспечивая круговорот вещества в недрах планеты: получается зона субдукции. Континентальная кора в этом месте из-за трения плит друг о друга деформируется, сморщивается, порождая высокие горы. Типичный пример — Анды по границе плиты Наска и Южно-Американской плиты. При столкновении двух океанических плит тоже образуется зона субдукции. Возникающие складки, по сути, подводные горы, частично могут выходить на поверхность, образуя островные дуги — Курильские, Алеутские острова, Филиппинские. Их строение однотипно: выпуклая сторона дуги направлена к поглощаемой плите, там же расположен глубоководный желоб, с другой стороны — море. В обоих случаях субдукции на оказавшейся сверху плите образуются вулканы. Поскольку основные зоны субдукции сейчас связаны с периферией Тихоокеанской плиты, именно по его побережью и расположено так называемое Огненное кольцо, объединяющее большую часть вулканов планеты.

Когда сталкиваются две континентальные плиты, происходит коллизия: сминаются края обеих плит и образуются высокие складчатые горы. Типичный пример — Гималаи. Поскольку континентальная кора гораздо толще океанической, условия для формирования вулканов в таких областях неблагоприятны.

Сдвиговые перемещения плит сейчас редки. На континенте существует одно-единственное место с таким типом движения — разлом Сент-Андреас в Северной Америке. Именно на его территории стоит город Сан-Франциско, часто разрушаемый землетрясениями.

Не надо думать, что все ограничивается только границами плит. И в центре их могут происходить интересные для сейсмологов и вулканологов события. Движение вещества внутри Земли не исчерпывается конвективными ячейками, есть еще и мощные, относительно узкие восходящие потоки очень горячего вещества, берущие свое начало чуть ли не от ядра планеты. Такие потоки называются плюмами. Они могут вызвать образование горячих точек, где кора проплавляется и деформируется посередине плиты. Типичное детище плюма — Гавайские острова со своими многочисленными вулканами.

## Движения блоков

Поскольку плиты находятся в постоянном движении, они трутся друг о друга и порождают напряжения, которые разрушают верхнюю часть коры и дробят ее на блоки. Движение этих блоков и приводит в конечном счете к землетрясениям.

Механизм тут такой. Под действием напряжений, возникающих от взаимодействия плит, блоки стремятся двигаться друг относительно друга, но это получается не всегда. В остановившихся блоках возникают напряжения, а материал под их действием деформируется. Когда величина напряжений превышает прочность препятствия, оно разрушается, а накопленная в виде деформации энергия снимается, порождая сейсмические волны (вспомним струну, которую музыкант сначала деформирует, а потом отпускает, и та издает звуки). Деформация снимается не одновременно: крупному землетрясению могут предшествовать форшоки — когда препятствие начинает ломаться и блоки приходят в движение. А за ними, как правило, следуют афтершоки, пока не закончится перераспределение напряжений во всех блоках.

Для человека землетрясение всегда проявляется в виде поверхностных волн. Однако разрядка напряжений может происходить и в виде объемных волн — так бывает, если очаг землетрясения лежит глубоко. При этом, с одной стороны, часть энергии уходит в глубь Земли и мощность поверхностных волн оказывается ниже, а с другой — объемная волна может отражаться от препятствий и интерферировать сама с собой, порождая сложное распределение амплитуд колебаний поверхности.

Для оценки силы землетрясений американский сейсмолог Чарльз Рихтер предложил в 1935 году шкалу магнитуд. Значения на этой шкале определяются десятичным логарифмом перемещения стрелки сейсмографа. Увеличение магнитуды на единицу соответствует десятикратному росту амплитуды колебаний земной поверхности и тридцатикратному — энергии землетрясения. Эта методика хорошо подходила для оценки поверхностных волн (Рихтер работал в Южной Калифорнии, где очаги землетрясений залегают неглубоко). Для учета объемных волн появились модификации шкалы Рихтера. Они тоже несовершенны, поскольку при магнитуде около 8 наступает насыщение — даже значительное различие между землетрясениями по энергии укладывается в небольшое изменение магнитуды. Помимо шкалы Рихтера есть еще и сейсмические шкалы интенсивности землетрясения, которые применяют при расчетах прочности зданий. Используемая у нас шкала Медведева-Шпанхойера-Карника насчитывает 12 баллов и перечисляет последствия толчков для поверхности планеты — от «ощущается только приборами» до «изменения рельефа и разрушения всех зданий». Соотношение между этими шкалами сложное. Вот, например, Японское землетрясение 11 марта 2011 года имело магнитуду 9,2 балла, а его интенсивность японские сейсмологи оценили по своей 7-балльной шкале как 7 баллов в городе Курихара (почти вся мебель в доме сильно двигается, летают предметы, почти во всех зданиях вылетают окна, со стен откалываются штукатурка и плитка) и более 5 баллов в Токио (с полок падает почти вся посуда и книги, иногда падают шкафы и другая тяжелая мебель, рушатся многие стены неукрепленных блочных ограждений).

Причина в том, что последствия зависят не только от магнитуды землетрясения, но и от глубины залегания очага. Кроме

того, волны могут проявляться в виде как вертикальных, так и горизонтальных колебаний поверхности. В первом случае строения на ней поднимаются и опускаются, претерпевая относительно небольшие разрушения, а при значительной горизонтальной составляющей на здание будет действовать и сила, направленная вбок, тогда разрушения окажутся больше. Горизонтальные колебания приводят к появлению разрывов в поверхности, порой весьма значительных.

Примерно такие общие соображения о механизме землетрясений и лежат в основе практической деятельности геофизиков, которые должны решать три задачи. Первая — дать научно обоснованные рекомендации по нормам строительства, то есть определить, с какой вероятностью в данной местности произойдет землетрясение той или иной силы, вторая — предсказать землетрясение с точностью хотя бы до недели, а лучше до дня, третья — предотвратить особо сильное землетрясение.

Из трех задач лишь первая решается более или менее удачно. Это неудивительно: расположение блоков земной коры известно неплохо, направления и скорости их движения — тоже, тем более что сейчас за ними можно следить с помощью спутниковых систем навигации, поэтому предположить место и силу будущего землетрясения, накопив достаточную статистику наблюдений, можно. Другое дело — указать время. Эта задача пока не решена.

## Карта сейсмической опасности

Для предотвращения крупных катастроф составляют карты сейсмической опасности. Самую свежую карту такого рода для РФ отечественные геофизики составили в 2007 году. Она вобрала в себя новейшие научные данные и существенно отличается от последней советской карты, принятой в 1975 году. На территории РФ проходит несколько активных в сейсмическом отношении разломов: одни из них образовались от современных движений литосферных плит, другие представляют собой реликты древности.

Большая часть нашей страны лежит на Евразийской плите. Восточная часть, примерно за Верхоянским хребтом или линией, соединяющей Магадан и устье Лены в районе Тикси, принадлежит Северо-Американской плите (эта граница далее уходит в море Лаптевых и тянется в Арктику). Южная часть Камчатки, Сахалин и Курилы расположены на Охотоморской плите, а область от Забайкалья до Удской губы Охотского моря — на Китайской. Как нетрудно догадаться, по этим границам и расположены наши основные сейсмо- и вулканогасные районы. Особенно сильные напряжения на востоке создает Тихоокеанская плита, прижимающая Охотоморскую плиту к Китайской, — отсюда частые землетрясения на Курилах, Сахалине и Камчатке. Китайская плита, двигаясь на северо-запад, в свою очередь создает мощные сейсмически активные районы в Забайкалье, на Алтае и в Средней Азии. Еще один такой район — на Кавказе, где Аравийская плита, подталкиваемая Африканской и Иранской, сталкивается с Евразийской.

В европейской части страны наибольшую опасность представляют собой реликты древних плит в Карпатах. Там расположена и зона древних вулканов, и вполне современные очаги мощных землетрясений в румынском районе Вранча, волны от которых время от времени доходят даже до равнинных центральных районов страны. Оттуда в 1977 году до Москвы докатились волны, устроившие землетрясение силой чуть больше четырех баллов.

Строение коры, лежащей под нами, в конечном счете определяет и сейсмическую опасность, и нормы строительства, которые должны обеспечить устойчивость зданий. Что бывает, когда нормы не соблюдены, — видно на примере землетрясения в Спитаке в 1986 году (25 тысяч жертв, 6,8 баллов) или на Гаити в 2010 году (222 тысячи погибших, 7,0 баллов). А вот землетрясение в Чили спустя полтора месяца после гаитянского унесло 570 жизней при силе 8,8 баллов; на счету одного из сильнейших землетрясений за всю историю наблюдений — 11

марта 2011 года в Японии, основные толчки чудовищной силы, многочисленные афтершоки и разрушительное цунами — 28 тысяч жертв, причем даже огромные токийские небоскребы не потеряли устойчивости. Это значит, что современные технологии строительства вполне могут обеспечить безопасность конструкций, если правильно оценить уровень опасности. Поэтому карты сейсмической опасности — документы государственной важности. Но создавать такие карты могут только развитые государства, с разветвленной системой сейсмических станций и большим штатом геофизиков, способных строить математические модели явления и вести наблюдения за потенциальными очагами землетрясений.

Для долгосрочного прогноза нужно знать многое: статистику прежних землетрясений в этом и соседних районах, расположение и направление движения блоков земной коры, строение очагов, влияние антропогенной нагрузки, например появление искусственных полостей и поверхностных водоемов. И к каждому опасному району нужен свой подход.

Ученые расходятся во мнениях о том, как надо строить долговременный прогноз землетрясений и на какой теории следует остановиться. Одни полагают, что напряжения постепенно накапливаются примерно в одном и том же месте и нужно тщательно изучать строение каждого конкретного очага. Другие — что в первую очередь надо следить за движениями блоков земной коры. Третьи обращают основное внимание на статистику землетрясений. Есть мнение, что землетрясения надо рассматривать в динамике как закономерные перемещения одного очага.

В качестве примера приведем анализ сейсмической обстановки в районе Кавказа, выполненный главным научным сотрудником Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, доктором геолого-минералогических наук В.И.Уломовым с коллегами (см. <http://seismos-u.ifz.ru>).

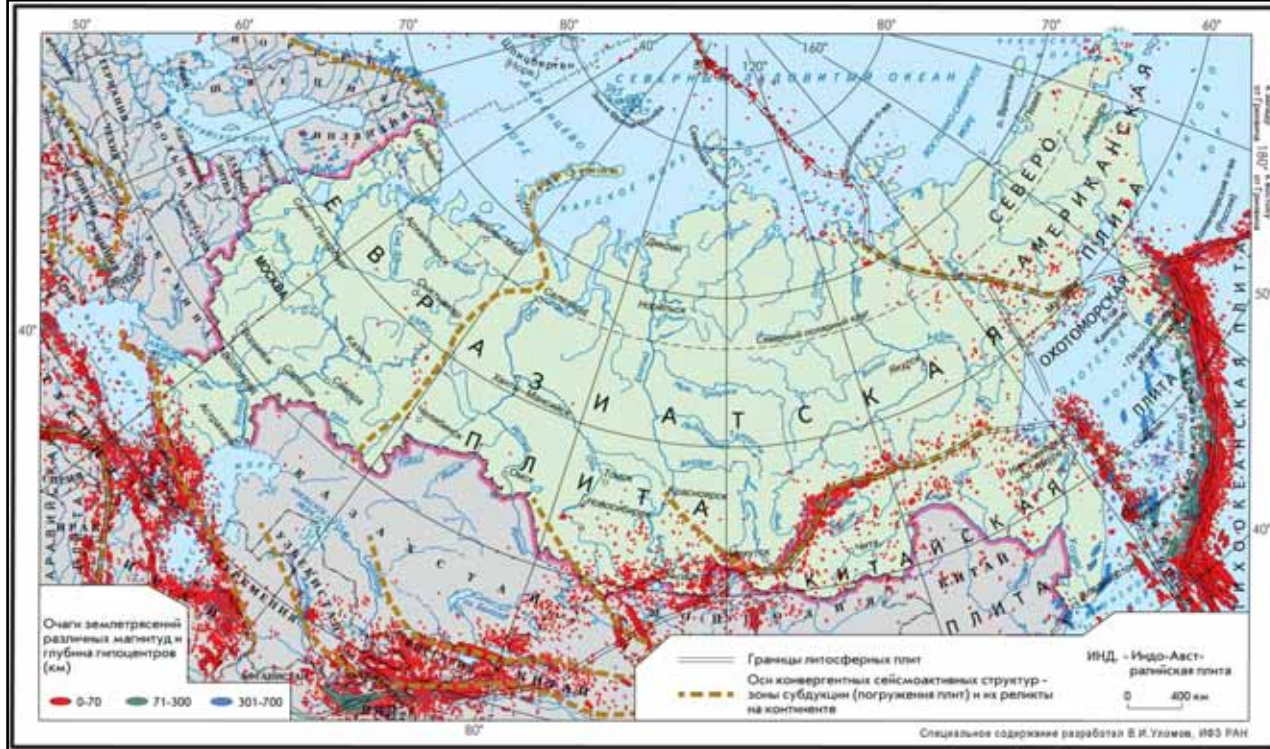
На Кавказе землетрясения не редкость, кроме того, есть еще и возможность извержения Эльбруса. Понятно, что сейсмичность и вулканизм этих гор связаны с движениями Аравийской, Иранской и Евразийской плит. Но какие именно напряжения при этом возникают и как они снимаются?

Здесь помогает геодинамика — теория, рассматривающая земную кору как постоянно изменяющееся образование. Одна из основных ее идей применительно к землетрясениям — это представление о геоне, уединенной волне деформации, распространяющейся вдоль разлома. Механика твердого тела, вообще говоря, не позволяет блоку земной коры смещаться как единому целому — для этого нужно слишком много энергии. Однако такой сдвиг можно осуществить не одновременно, а растянуть его во времени — смещать отдельные участки, как это делает ползущий червяк, который в одном месте сжимается, а в другом расширяется. Область уплотнения или разуплотнения размером в десятки, а то и сотни километров, идущая вдоль разлома, — это и есть геон. Там, где он прошел, блок сместился. (Вспоминается уже не Посейдон, а змей Ёрмунганд из скандинавской мифологии — Мировой Червь, который обвивает землю и сотрясает ее своими судорогами.)

Именно геоны срезают препятствия, тормозящие движения блоков, и вызывают землетрясения, а их периодическая генерация — причина периодических землетрясений в одном и том же районе. Обнаружив геон, определив направление и скорость его движения (а она измеряется несколькими километрами или десятками километров в год), можно предсказать район и силу будущего землетрясения. Время же удастся определить с точностью до десятилетий.

Выявлять геоны помогает история землетрясений. В районе Кавказа можно выделить три траектории движения геонов: Кипр — Кавказ, Анатолия — Эльбурс (это горы на юго-восток от Каспийского моря) и Крым — Копетдаг. Ширина каждой полосы — около 200 км.

Первый геон совпадает с Восточно-Анатолийским разломом и упирается в гору Казбек. В VII—XII веках в юго-восточной ча-



Карта сейсмической опасности России (см. <http://seismos-u.ifz.ru>)

сти полосы, на Кипре и в Леванте случилось четыре землетрясения силой более 7,8 баллов. Потом — затишье на семь веков. В конце XIX века землетрясения силой 6,8 баллов случались уже в Турции. В XX веке в Турции было шесть землетрясений силой более 6,8 баллов. А в конце века землетрясения перебрались в Армению (Спитак) и Грузию (Рача-Джава).

На линии Анатолия — Эльбурс с 742 года можно выделить три периода миграции сейсмических событий с юго-востока на северо-запад, каждый из которых продолжался примерно 400 лет и заканчивался наиболее сильным из всей серии землетрясением. В последний раз это случилось в 1939 году в турецком городе Эрзинджан (8 баллов), где эта линия пересекается с линией Кипр — Кавказ.

На линии Крым — Копетдаг движение начинается в Иране, где с 940 по 1402 год случилось несколько сильных землетрясений. После 266 лет затишья (которое могло быть и мнимым, связанным с утратой документов) очень сильное, 8-балльное, землетрясение случилось уже в Азербайджане, в Шемахе. Спустя еще 227 лет, в 1895 году, землетрясение в 8 баллов произошло на Туркменском берегу, в Красноводске, в 1902 — опять в Шемахе, в 1905 — в Теберде, в 1927 — в Ялте, в 1946 — снова в Туркмении (Казанджик), в 1991 — в Грузии (Рача), в 2000 — еще раз в Туркмении (Балхан).

Поскольку вычислить периодичность землетрясений разной силы вдоль той или иной линии не столь уж трудно, можно дать долгосрочный прогноз. Так, четкое движение очагов вдоль линии Кипр — Кавказ подсказывает, что с каждым годом растет вероятность сильного землетрясения на востоке Северного Кавказа, и, скорее всего, аналогичное Спитакскому или Рача-Джавскому землетрясению (около 7 баллов) случится здесь в период 2013—2036 год. А вот восьмибалльного землетрясения стоит ждать не раньше 2739 года. На линии же Анатолия — Эльбурс оно может случиться в любой момент на протяжении ближайших ста лет. Скоро надо ожидать землетрясения силой семь баллов в Иране. Поскольку на линии Крым — Копетдаг сильные землетрясения случались недавно (в 1991 и 2000 году) и по обе стороны Каспийского моря, в ближайшие 40—50 лет там, вероятно, ничего не произойдет.

Та же группа ученых предложила другой метод построения долгосрочного прогноза. Известно, что уровень Каспийского моря с конца XIX века понижался, в конце XX века рос, а в на-

чале XXI опять началось понижение. Этот феномен — следствие взаимодействия древней плиты под дном моря с ее соседями. Сначала плита, сдавленная с запада и востока, выгибается вверх, повышая уровень. Затем происходит субдукция, деформации снимаются и плита опускается. Очевидно, что все это должно сопровождаться землетрясениями, а значит, уровень моря может выступать в качестве индикатора. И действительно, в начале понижения было восьмибалльное Красноводское землетрясение 1895 года. После Иранского землетрясения 1930 года (7,5 баллов) произошло быстрое снижение уровня моря, закончившееся в 1948 году Ашхабадским землетрясением той же силы. После серии из трех событий 1976—1979 года уровень моря стал подниматься, и сильные землетрясения прекратились на 12 лет. Затем — разрушительное Рудбарское землетрясение (1990); уровень начал опять снижаться, а в 2000 году последовало Балханское землетрясение силой 7,5 баллов. Поскольку море так и не поднялось до уровня, предшествовавшего восьмибалльному Красноводскому землетрясению, скорее всего, столь сильного события здесь в ближайший век не случится.

## Предвестники

Карта сейсмической опасности позволяет уменьшить ущерб от землетрясения в принципе. Если бы строительные нормы всегда выполнялись, а долгосрочный прогноз всегда был справедлив, то стихийное бедствие обходилось бы без жертв. Однако прогнозы ошибаются, а когда сейсмологи обещают сильное землетрясение в течение ближайших ста лет, у проектировщика возникает вопрос — стоит ли об этом беспокоиться, если здание должно простоять пятьдесят лет. Кроме того, нормы строительства могут не соблюдаться из-за воровства, как это было в Спитаке.

Даже в сейсмоопасных районах есть и ветхие здания, людей из которых нужно эвакуировать в первую очередь, и опасные производства, которые на время стихийного бедствия лучше было бы остановить. Сделать это можно на основании данных краткосрочного прогноза, когда грядущее сейсмическое событие угадывают за несколько дней. Ошибка в таком прогнозе стоит очень дорого: любая эвакуация задевает интересы огромного числа людей и если тревога будет ложной, последует вполне предсказуемая реакция. Но еще хуже, если беда случилась, но мер принято не было. Свежайший пример — события 2011 года на АЭС в Фукусиме: будь реакторы заглушены



заранее, катастрофы не случилось бы. Причем ее последствия не исчерпываются радиоактивным загрязнением: авария нанесла сильный удар по всей ядерной энергетике.

Поэтому в первой половине XX века возникло направление геофизических исследований, связанное с поиском предвестников землетрясений и предсказания места и силы толчков за несколько дней или хотя бы часов. Идей о методах поиска таких предвестников было высказано множество, их число уже давно перевалило за сотню.

Самый простой — наблюдение за поведением животных. Его основа — народные рассказы о том, что кошки, собаки, рогатый скот, иногда дикие животные, птицы, рыбы накануне сильного землетрясения начинают вести себя необычно. Предполагается, что животные чувствуют недоступные человеку предвестники события вроде усиливающегося гула Земли или выделения глубинных газов. Но чтобы дать четкие рекомендации населению, необходим большой объем статистики, а для этого нужны длительные систематические наблюдения. Землетрясения же, особенно сильные, случаются нечасто и не по расписанию. В результате сделать поведение животных надежным индикатором сейсмических событий пока не удалось.

Более научным методом представляется наблюдение за состоянием электрического поля планеты. Напряжения, накапливающиеся в блоках земной коры, достаточно мощные для того, чтобы вызвать изменение электрических свойств вещества. Так появляются электрические предвестники землетрясения — аномалии электрических токов в земной коре или в поведении геомагнитного поля.

Гул Земли вследствие разрушения горных пород при активизации очага — еще один предвестник. Например, ученые с Камчатки установили гидрофоны в нескольких озерах полуострова и обнаружили, что в 70% случаев эти приборы за несколько часов до события слышат характерный шум от грядущего землетрясения в радиусе 100—200 км. Один из первых предвестников, на который геофизики обратили внимание еще в конце XIX века, — это поведение грунтовых вод.

Порой наблюдаются эффекты, физический механизм которых непонятен. Вот интересный пример. В 1983 году Л.Н. Рыкунов, член-корреспондент АН СССР, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, инициировал на Камчатке многолетние наблюдения высокочастотного сейсмического шума. Сейчас две такие станции стоят на Камчатке, и по одной — на островах Шикотан и Хоккайдо. Собранный за четверть века информация показала, что незадолго (от одной недели до двух месяцев) до землетрясения силой более шести баллов эти колебания синхронизируются с основной лунной суточной волной прилива. Разница фаз между выделенной из шума приливной компонентой и волной оказывается более или менее постоянной все оставшиеся до землетрясения дни, тогда как обычно она меняется произвольно. А для менее сильных землетрясений никакой связи не выявлено. С 1992 по 2006 год этот предвестник наблюдали для всех 18 землетрясений магнитудой более шести баллов в радиусе 400 км от станции. Лишь одно событие магнитудой семь баллов 8 марта 1999 года нарушило закономерность. Ученым из Камчатского филиала геофизической службы РАН удалось вывести эмпирическую формулу, связывающую магнитуду грядущего события и расстояние до него от места наблюдения. Возможно, в будущем им удастся с помощью нескольких станций более точно предсказывать местонахождение будущего очага и дату его активизации.

В целом же геофизики оценивают работу по краткосрочному прогнозу как весьма далекую от завершения и указывают, что все попытки надежно связать предвестники с грядущими событиями оканчивались неудачами.

Не исключено, что такое печальное положение связано с несовершенством методов измерения и обработки данных. Академик В.Н. Страхов в выступлении, посвященном 80-летию юбилею Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта в 2008

году, прямо призвал коллег не морочить руководство страны обещаниями дать прогноз землетрясений. По его мнению, для решения этой задачи нужно не только в сотни раз увеличить число сейсмостанций, но и научиться решать системы линейных уравнений с сотнями тысяч переменных, для чего требуются компьютеры и программное обеспечение, которых пока что не существует.

Многие геофизики считают, что прогноз нельзя дать в принципе, поскольку геофизическая среда обладает избыточной энергией и любое слабое воздействие может привести к ее разрядке в виде землетрясения. Вот мнение одного из них, доктора физико-математических наук М.Г. Савина: «Неприменимость классического подхода для описания очага готовящегося землетрясения и оценки его сейсмического потенциала следует уже из факта неповторимой индивидуальности его основных параметров, таких как координаты, глубина, вероятный фокальный механизм и тип подвижки, магнитуда, степень зрелости очага. Поэтому один и тот же предвестник для различных очагов наполняется различным содержанием, что в свою очередь делает ничтожной любую, даже самую изощренную интерпретационную картину. Очаг становится неуловимым: мы гоняемся за ним с сачком, как за бабочкой, а он уплывает от нас глубинной рыбой, на которую нужно ставить сеть. Именно по этой причине становится неприменимой формула: прогноз есть построение устойчивого целого на основании множества неустойчивых компонент. Именно по этой причине мировая сейсмология за более чем вековое существование может похвастаться всего лишь двумя землетрясениями, предсказанными в полном объеме».

## Построение сетей

Впрочем, другие ученые уверены, что задача поддается решению. Вот, например, как испанские океанологи из Лаборатории прикладной биоакустики Каталонского политехнического университета хотят использовать гул Земли.

Они возглавляют международный проект LIDO по оснащению подводных обсерваторий в разных уголках Мирового океана акустическими датчиками и организации сбора с помощью Интернета получаемых данных. Обсерватории непрерывно фиксируют как антропогенные звуки, так и природные. В частности, 11 марта в момент землетрясения сеть обнаружила резкий всплеск акустической эмиссии у двух японских подводных обсерваторий близ берега Куширо и Хацусимы (аудиофайлы, ускоренные в 16 раз, можно найти на сайте лаборатории по адресу <http://listentothedeep.com/acoustics/index.html>). Когда подземный гул зафиксируют несколько станций сразу, это позволит определить координаты его источника и, если повезет, дать сигнал хотя бы на срочную эвакуацию людей из домов в опасной местности.

Созданная испанцами система анализа подводных звуков позволяет также следить за поведением китообразных, а те слышат звуки океана гораздо лучше приборов и быстро реагируют на гул Земли, предвещающий землетрясения. Те же данные можно использовать для биологической индикации; для этого нужно лишь накопить достаточную статистику. Во всяком случае, испанские ученые, исследующие перемещения китов, надеются, что эта задача может быть решена (сообщение агентства «AlphaGalileo» от 16 марта 2011 года).

Космическая эра подарила геофизикам новый мощный инструмент — спутниковый мониторинг Земли. Спутники позволяют следить за исходящими от планеты излучениями в разных диапазонах, потоками частиц — нейтронов, электронов, за поведением атмосферы. Глобальные навигационные системы — GPS, «Глонасс» — дают возможность непосредственно измерять движения блоков земной коры, и это одно из основных направлений использования спутниковых систем для анализа землетрясений. При соответствующем финансировании можно было бы оснастить все активные разломы достаточно густой сетью датчиков координат с тем, чтобы об-



работкой статистики их перемещений выявить корреляцию с силой и датами землетрясений — это повысило бы точность прогнозирования.

Уже сейчас подобными методами измеряют масштабы произошедших сейсмособытий. С помощью данных, полученных от 500 станций слежения, оснащенных датчиками глобальной системы навигации, ученые из потсдамского Исследовательского центра Гельмгольца по геонауке рассчитали, что 11 марта 2011 года Тихоокеанская плита сдвинулась на 27 метров по горизонтали и на 7 метров по вертикали. В результате восточный берег Японии сместился к востоку на 5 метров, и возникло сокрушительное цунами. Всего же с 9 марта (когда произошел первый форшок) по 16 марта у берегов Хонсю случилось 428 землетрясений.

Поскольку точность такого рода измерений зависит от числа станций наблюдения, возникла идея привлечь к изучению движений блоков земной коры обычных граждан. Например, ученые из Калифорнийского университета в Беркли создают Quake-Catcher Network — Сеть охотников за землетрясениями. Компьютер, смартфон или другое электронное устройство, оснащенное встроенным или вставленным в порт USB датчиком движения и датчиком глобальной системы навигации, оказывается неплохим сейсмографом. Собрав же на центральном сервере через Интернет сообщения от множества таких устройств, можно получить весьма точную картину подземных толчков. Датчики движения позволяют фиксировать быстрые перемещения поверхности, датчики навигации — местоположение устройства. Кроме того, когда устройство годами стоит на одном и том же столе, можно составить представление о движении соответствующего блока земной коры. Если бы такая сеть действительно была создана в мировом масштабе (а это вполне реально, благо пользователю участие в ней практически ничего не стоит, а соответствующими датчиками оснащают все больше устройств), геофизики получили бы немало интересных данных. Чем-то эта инициатива соответствует идее Страхова о резком увеличении числа станций для наблюдений за сейсмическими событиями, причем с малыми затратами со стороны государства.

Наблюдения за геофизическими полями Земли из космоса пока не принесли столь ярких результатов, а следить есть за чем. Помимо электрических явлений в районе очага землетрясения увеличивается выделение глубинных газов, прежде всего радона и водорода. Их из космоса заметить сложно — мешает атмосфера. Но есть еще и потоки нейтронов, которые свободно преодолевают ее. Точный нейтронный датчик способен обнаружить неравномерность в интенсивности их потоков над разными участками земной коры, а это надежный предвестник землетрясения. Можно из космоса следить и за изменением состояния ионосферы. Правда, для этого нужно располагать солидной исследовательской группировкой спутников. Но даже при их недостатке (а сейчас за Землей наблюдают лишь два отечественных гражданских спутника: «Метеор-М» и «Ресурс-ДК1»), есть доступ к данным, например, НАСА и ЕКА, благо они и предназначены для свободного использования научными организациями (с некоторыми ограничениями на разрешающую способность изображений).

Попытку создания системы космическо-наземного мониторинга землетрясений предприняли, в частности, специалисты из Научного центра оперативного мониторинга Земли Роскосмоса. В основе их идеи лежит известное представление о том, что геофизическая среда пересыщена энергией и в любой момент может разродиться землетрясением. Поэтому его предвестники — гравитационные аномалии, сказывающиеся на поведении крутильных весов где-либо, на амплитуде колебаний оси Земли (так называемых чандлеровских колебаний полюса), ускорениях или замедлениях вращения Земли, а также аномалии потоков протонов в земной коре, аномалии в электрическом поле Земли — могут проявиться где угодно. Так удастся расправиться с проблемой ложных предвестников:

эти события, происходящие одновременно, свидетельствуют о готовящемся землетрясении, но случиться оно может неизвестно где. Далее надо ждать мощной вспышки на Солнце и отсчитать от нее две-три недели. Эта вспышка, взаимодействуя с электрическим полем планеты, станет спусковым крючком для созревшего землетрясения. Так получаем дату. А место предстоящего события подскажут облака необычной квадратной формы, время от времени появляющиеся на снимках атмосферы планеты. Их местоположение укажет на очаг, а размер — на мощность.

Посмотрим, как это сработало в случае гаитянского и японского землетрясений. В 2007 году американцы по данным GPS обнаружили аномальное смещение на разломе Энрикильо в районе Карибских островов и пообещали, что в течение нескольких лет на Гаити должно случиться сильное землетрясение. Прогноз подтвердился через два года — 12 января 2010 года землетрясение силой семь баллов унесло жизни более 200 тысяч человек и снесло столицу государства Порт-о-Пренс. Оказывается, наши ученые 25 декабря 2009 года доложили на конференции в ИФЗ РАН о том, что в ближайшее время в районе Калифорнии, Мексики либо на Камчатке случится землетрясение силой 6,9 баллов. Сначала прогноз дали на декабрь (и зафиксировали его в Российском экспертном совете), потом продлили сроки до 18 января. Признаками послужили аномалии колебаний весов Кавендиша 8—9 декабря в Туле, аномалия рентгеновского излучения Земли, зафиксированная 10 декабря спутником НАСА, всплеск напряженности электрического поля Земли и усиление потока протонов, по данным станции в Петропавловске-Камчатском. Затем 9 января обнаружилась аномалия чандлеровской траектории движения полюса Земли, протонного потока в Петропавловске-Камчатском, электронной плотности в ионосфере над Гаити. А 30—31 декабря над Карибской плитой были обнаружены устойчивые облачные аномалии, после чего авторам работы стало ясно, что событие произойдет именно здесь. Кстати, помимо гаитянского землетрясения в указанном районе и в указанное время случилось еще два — 30 декабря в Калифорнийском заливе Мексики (5,9 баллов), а 10 января — у берегов Северной Калифорнии (6,5 баллов).

А что с японским землетрясением 11 марта 2011 года? Двадцатого февраля и 9 марта произошло резкое ускорение вращения Земли, с 3 марта началось аномальное изменение амплитуды чандлеровских колебаний, 7 марта станция в Петропавловске-Камчатском зафиксировала резкий всплеск диффузии протонов. Восемнадцатого февраля на востоке от Хонсю сформировалась характерная облачность, которая предсказывала событие в этом районе с магнитудой 7,3—8,9 баллов. И действительно, 9 марта там случилось землетрясение силой 7,3 балла, которое, к счастью, особых разрушений не вызвало.

В общем-то неудивительно, что специалисты-геофизики весьма прохладно воспринимают сообщения о новых методах прогноза и сами прогнозы. Совсем недавно Центр оперативного мониторинга Земли предсказал сильное землетрясение в Иране в начале мая. Землетрясение случилось, но за тысячи километров — в Казахстане в районе Алма-Аты (1 и 2 мая 2011 года, семь толчков силой 4—5,5 баллов). А в Иране землетрясение силой 5,1 балла произошло только 27 июня.

Видимо, подобного рода методики нуждаются в существенном улучшении, а для практического использования еще не готовы. Легко представить себе состояние государственного служащего в сейсмоопасном районе, на стол которого по нескольку раз в месяц ложатся прогнозы землетрясений, возможных в самое ближайшее время. А журналисты радостно пишут о сбывшихся прогнозах, но игнорируют множество несбывшихся...



# Спусковой крючок

**Е**сли точную дату землетрясения нельзя предсказать, то почему бы не вызвать его искусственно, как об этом рассказывал доктор физико-математических наук М.Г.Савин (см. «Химию жизнь», 2005, №11)? Тогда к стихийному бедствию удастся подготовиться: провести учения граждан, подвезти запасы воды, продовольствия, медикаментов, разобраться с ветхими строениями. Как показывает сравнение неожиданного гаитянского (более 230 тысяч жертв) и ожидаемого японского землетрясений (менее 30 тысяч с учетом цунами), польза от этого есть. Японские станции оповещения заметили толчок 11 марта за минуту до того, как он дошел до Токио, и дали сигнал тревоги, который спас многие жизни. Но возможно ли вызвать землетрясение — подобрать событие, которое запустит разрядку накопившихся в земной коре напряжений? Ответ, который следует из анализа статистики сейсмических событий, — да, в принципе возможно.

Первыми на роль «спускового крючка» просятся гравитационные взаимодействия в Солнечной системе. Под действием того или иного небесного тела возникает приливная волна — вещество планеты выгибается горбом, стремясь к этому телу. Жидкое вещество — легче, твердое — труднее, но горб этот есть всегда. И он прокатывается по всей земной коре, прежде всего за счет суточного движения нашей планеты, на которое накладываются орбитальные движения. Самые главные приливные волны — от Солнца и Луны, но и другие планеты могут вносить свой вклад. На сейсмограммах удастся выделить движения и Меркурия, и планет-гигантов, не говоря уже о Венере и Марсе. Играет свою роль и тот факт, что ось Земли наклонена к плоскости орбиты, а сама орбита эллиптическая. День зимнего солнцестояния (25 декабря), когда Южный полюс повернут к Солнцу, близок ко дню перигелия (3 января), когда Земля подходит к светилу на минимальное расстояние. Поэтому в районе Нового года солнечный прилив больше всего. А между 22 июня и 4 июля (афелий) он минимален.

Все эти циклы нагрузки-разгрузки не могут не влиять на движение блоков земной коры. Они и влияют. Как показали исследования под руководством члена-корреспондента А.В.Николаева из



*Когда Мировой Змей начал ворочаться и пожирать рыбаков, бог грома Тор вынул его из моря и стукнул молотом по голове. На время помогло...*

ИФЗ РАН, землетрясения заметно чаще случаются в полнолуние и новолуние (с разбегом в три дня), когда Луна и Солнце либо растягивают Землю в разные стороны, либо вдвоем усиливают приливную волну. Вспомним недавние события. В Японии первый форшок (толчок, предвещающий основное событие) силой 7 баллов случился 9 марта, или на пятый день после новолуния, а основной толчок 11 марта — за шесть дней до полнолуния, в Алма-Ате (2 мая) — за день до новолуния, в Лорке (11 мая) — на девятый лунный день. Гаитянское землетрясение 12 января 2010 года произошло за три дня до новолуния, «рождественские» землетрясение и цунами на Суматре 26 декабря 2004 года — ровно в полнолуние, да еще и на следующий день после зимнего солнцестояния. Вообще, анализ многолетней статистики показал, что именно в зимние месяцы, когда солнечный прилив наиболее силен, землетрясения случаются чаще. Лучше всего эти эффекты проявляются в тех случаях, когда очаг лежит на глубине до 10 км.

Если действие космических сил неходит какое-то объяснение — несмотря на расстояния, они все-таки велики, то недельная статистика землетрясений способна поставить любого физика в тупик. Изменение числа землетрясений по дням недели может быть обусловлено

только производственной деятельностью человека. Как показал анализ каталога Международного сейсмологического центра с 1968 по 2003 год, проведенный О.Д.Зотовым из Геофизической обсерватории Борок ИФЗ РАН, явный всплеск сейсмических событий силой менее 5 баллов имеет место в субботу и воскресенье. При этом после 1990 года различие между буднями и выходными усиливается (скорее всего, это связано с совершенствованием методов сбора информации).

Велики ли эти различия? Из 2 миллионов событий каталога на воскресенье пришлось более 275 тысяч, а на вторники — менее 263 тысяч: разница около 4%. Что характерно, химические и ядерные взрывы происходят в середине рабочей недели. В тупик же эти данные должны загнать физика потому, что только ядерные взрывы да старты космических кораблей по своей энергии мало-мальски приближаются к землетрясениям. О технических взрывах при горных работах говорить не приходится — они в тысячи раз слабее.

Но если такие слабые события могут породить заметные следствия, значит, вызвать уже подготовленное землетрясение вполне в человеческих силах. До-

полнительную уверенность в этом дают сейсмические наблюдения, которые собирали ученые из Института геоэкологии РАН во главе с А.Д.Жигалиным. По их данным, в течение восьми месяцев после массивных бомбардировок в Югославии, Афганистане и Ираке число землетрясений силой 3—5 баллов увеличилось в полтора раза. Есть также мнение, что разрядку напряжений в земной коре обеспечивали подземные испытания ядерного оружия в 1965—1986 годы. Так, вплоть до 1995 года не было ни одного землетрясения силой более 7 баллов с очагом на глубине больше 70 км, а для менее глубоких очагов самая большая магнитуда была 8. В 1995-м начались разрушительные восьмibalльные, а с 2000-го — и девятибалльные события с поверхностными очагами. Некоторые ученые отрицают связь этих явлений, поскольку нет совпадения по датам между взрывами и землетрясениями. Их же оппоненты указывают, что инициированный человеком размен большого землетрясения на много мелких может случиться и не сразу.

Как бы то ни было, тридцать с лишним лет назад возникла идея попытаться ударными нагрузками разрядить накопившуюся энергию землетрясения. Для этого применили мощный импульсный магнитогидродинамический (МГД) генератор. Он дает очень сильный, с энергией в десятки миллионов джоулей, импульс электрического поля, который может пробить всю толщу земной коры. Эта энергия, по данным А.Д.Жигалина, оказывается лишь в сотню раз слабее, чем энергия одного землетрясения средней интенсивности.

Опыты на Гармском и Бишкекском полигонах показали, что спустя 40 дней после пуска генератора (а всего таких пусков было 38) в окрестностях выделяется в миллион раз больше сейсмической энергии, чем было затрачено на создание импульса. То есть, накопившиеся напряжения разряжаются, еще не достигнув уровня критических. Механизм, благодаря которому слабое воздействие вызывает столь сильные последствия остается, не ясен. Но это не мешает попытаться использовать эффект в практических целях, ведь возникает заманчивая перспектива управления сейсмической энергией для снижения опасности разрушительных землетрясений.

Такую попытку наши ученые совершили: в начале 2000-х годов была создана рабочая группа под научным руководством академика Е.П.Велихова. Она подготовила документ: «Программу широкомасштабного эксперимента по разработке технологии уменьшения сейсмической опасности при помощи мощного импульсного МГД-генератора». Однако геофизическая общественность оказалась неподготовленной к воспри-

ятию новой оригинальной идеи, и этот эксперимент до сих пор не состоялся. А ведь необходимое финансирование работ, рассчитанных на три года, составляет около 5 млн. долларов США, что в тысячи раз меньше затрат на ликвидацию последствий разрушительных землетрясений вроде недавнего японского. Почему сейчас нельзя поставить несколько МГД-генераторов у предполагаемого очага (а в случае и с Гаити, и с Японией все знали, где примерно состоится сильное сейсмическое событие)? Потому что проведенные эксперименты позволили открыть сам эффект, но породили и немало вопросов. Не ответив на них, нельзя быть уверенным в работоспособности такого способа. Новые методики целесообразно отрабатывать по принципу «черного ящика»: регулируемый источник, например, мощный импульсный МГД-генератор подает на вход «очага» сигнал, на выходе получается реакция в форме составляющих электромагнитного поля или других характеристик.

Идея с МГД-генераторами — не единственный способ предотвращения землетрясений. Например, доктор физико-математических наук К.М.Мирзоев с коллегами из ИФЗ РАН, в частности членом-корреспондентом РАН А.В.Николаевым, обратили внимание на сейсмичность близ гидроэлектростанций. Принято считать, что водохранилище провоцирует сильные землетрясения там, где их раньше не было. Как свидетельствует статистика, спустя 5—10 лет после наполнения водохранилища с плотиной высотой до 100 м землетрясение силой 5—6 баллов происходит в 10 случаях из 100, а при высоте плотины более 140 м — в 21 случае из 100. Однако что это за землетрясения? Подробнейшую работу провели наши геофизики на Нурекской ГЭС.

Ее водохранилище заполнили в 1972 году. За шестнадцать лет до этого там было одно событие с магнитудой шесть баллов, три пятибалльных и шесть 4,5-балльных. А в следующие 15 лет — лишь шесть 4,5-балльных толчков. Зато резко, в два раза, возросло число мелких сейсмических событий. Вплоть до настоящего времени сильных землетрясений там не было, а ведь в соответствии с картой сейсмической опасности шестibalльные землетрясения здесь случаются раз в 50 лет. Сейсмичность от плотины выросла, но сила толчков — уменьшилась. Считается, что тут действуют два фактора: сама по себе дополнительная нагрузка на горные породы и просачивание воды на большие глубины, что облегчает подвижки блоков земной коры и разрядку напряжений за счет скольжения, а не резких перемещений. Это подтверждается и резким (в десять раз) ускорением деформации земной коры в районе водохранилища.



## ТЕХНОЛОГИИ

Другой поразительный факт связан с водосбросом. То, что поток воды, падающий с плотины, вызывает колебания земной коры на расстоянии в 25 км, зафиксировано сейсмографами. Однако изучение показало, что наведенная сейсмичность зависит отнюдь не от высоты столба воды, а от характера водосброса. Когда воды течет мало, сила и частота сейсмических событий возвращаются к природному уровню, а если водосброс сильный, то амплитуда вибраций земной коры велика, гораздо больше фоновой, и тогда даже слабых землетрясений почти нет. А за пределами 25-километровой зоны все остается по-прежнему. Видимо, эти вибрации стимулируют пластическую деформацию горных пород, что мягко снимает напряжения.

Эти наблюдения легли в основу способа борьбы с землетрясениями. Находим созревший очаг, бурим вдоль разлома через каждые 5 км скважины не менее 2 км глубиной и в моменты лунно-солнечного прилива, когда горные породы расширяются, периодически закачиваем в них воду, пока не начнутся землетрясения с магнитудой до трех баллов. Вибраторами, которые применяют для повышения нефтедобычи, расставленными по всему району через 3—5 км, круглосуточно создаем вибрации частотой 1—30 Гц с достаточно большой амплитудой. Сейсмографами выявляем наведенные землетрясения, а приборами навигации определяем степень пластической деформации пород в районе воздействия. Статья с описанием этого способа была опубликована в журнале «Физика Земли» в 2009 году, и, видимо, опробован он еще не был.

Так или иначе, знания, полученные нами в XX веке, позволяют глядеть на проблему предотвращения землетрясений несколько более оптимистично. Придет время, когда мы перестанем приносить жертвы.

Кандидат  
физико-математических наук  
**С.М.Комаров**

# СОРБОМЕТР™

## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокomпозитов, катализаторов, сорбентов, и т.д.

### Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м<sup>2</sup>/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

### Прибор **СОРБОМЕТР** обеспечивает

- Измерение удельной поверхности одноточечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



### Прибор **СОРБОМЕТР-М** обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многоточечным методом БЭТ и STSA, объёма микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

### Области применения

- Научные исследования
- Учебный процесс
- Химическая промышленность
- Горно-обогатительная промышленность
- Атомная промышленность
- Производство огнеупорных и строительных материалов
- Производство катализаторов и сорбентов

РЕШЕНИЕ, ПРИНЯТОЕ В ПОЛЬЗУ ТОЧНОСТИ...

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ



2004

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ



2008

МНОГОЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ (ДО 100 АТМ)



2005

УСТАНОВКА ТЕМПОЛАРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ КРЕКИНГА



2009

РАБОТАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Для исследования каталитических свойств зернистых катализаторов в различных процессах с газовыми и парогазовыми реакционными смесями при атмосферном давлении и в условиях повышенных давлений

ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:



2009

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПАРОВОЙ И ВОЗДУШНОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ



2008

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГАЗООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ВАКУУМНОГО ГАЗОЛИЯ



2006

УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЕЙ

- КАК НАДЕЖНОЕ И ОПЕРАТИВНОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА
- ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ИЗУЧЕНИЮ КИНЕТИКИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ
- ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫГРУЖЕННЫХ, ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО АППАРАТА, ОБРАЗЦОВ КАТАЛИЗАТОРА
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ КАТАЛИЗАТОРОВ
- ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ И СПОСОБОВ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО

ЗАО «КАТАКОН»  
Институт катализа им.Г.К.Борескова СО РАН

Россия, г. Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 5  
тел/факс: +7 (383) 326 9495, e-mail: catacon@ngs.ru

Издательство «Снежный Ком М» представляет новые книги

«Сибирский тандем» — так называют дуэт фантастов: опытного и заслуженно-го Геннадия Пращкевича и молодого Алексея Гребенникова, у которого ещё все награды впереди. А «Третий экипаж» — его первый шаг к славе



Что если игра придёт в жизнь? Что если нарушение правил Игры приводит к смерти? Как жить и где спасение?

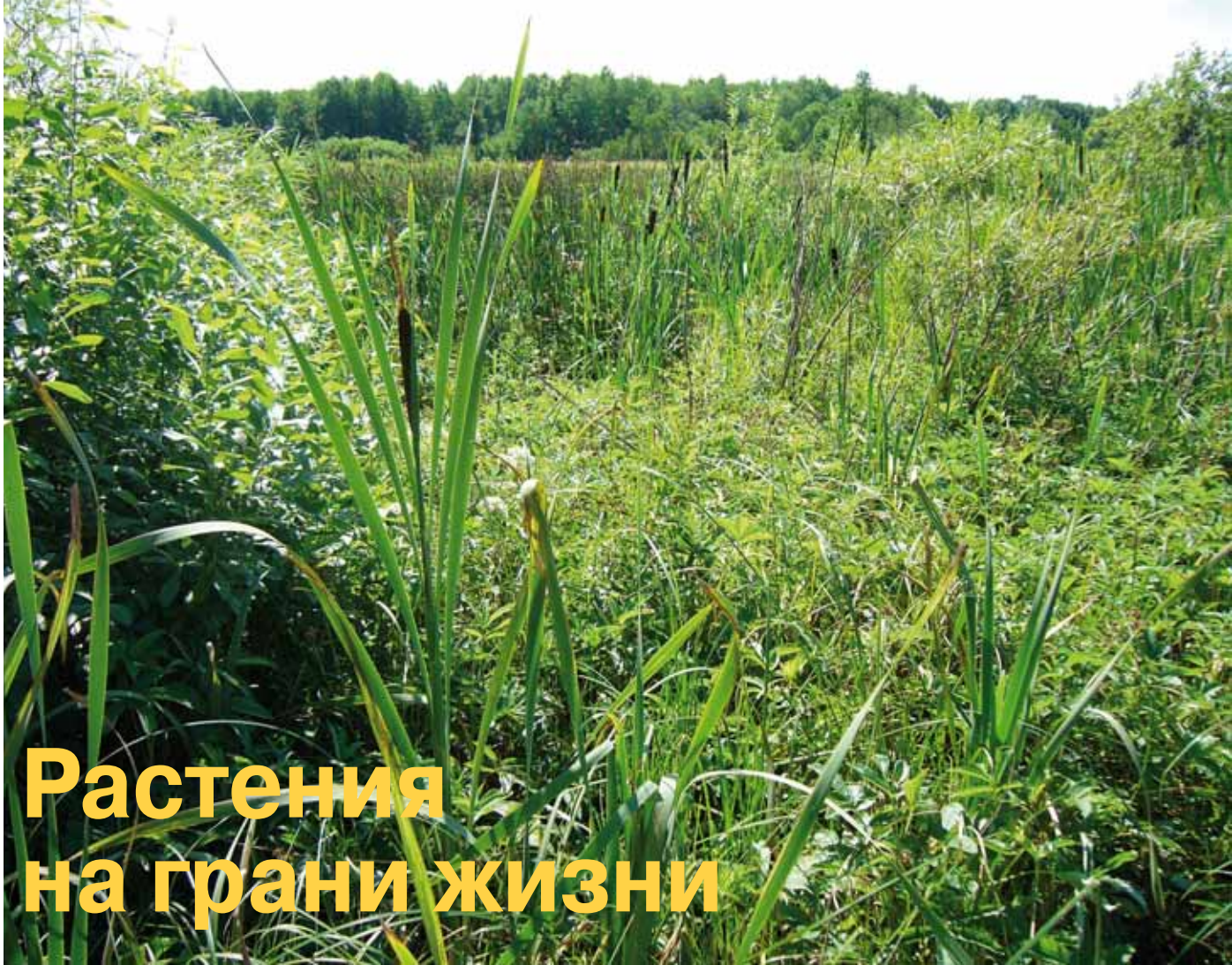


«Живи!»  
Владимир Данихов  
Артём Белоглазов

Крым. Западная область. Промороженные пустоши Марса. Ржавые земли двух планет опять питаются кровью праведных и грешных. Это не секретные архивы НКВД. Это — гораздо страшнее.



Подробности на сайте издательства [www.skomm.ru](http://www.skomm.ru)



# Растения на грани жизни

Доктор биологических наук

**М. Т. Мазуренко**

*За несколько последних лет наш журнал опубликовал цикл статей о разных экологических группах растений. Среди них были любители огня и паводков, растения-вонючки, хищники и землекопы, обитатели тундры и литорали (2001, № 4, 5, 6, 7; 2004, № 9; 2005, № 7, 8). В продолжение цикла — растения-экстремалы и создатели болот.*

## **Никогда не сдавайся!**

Умение жить там, где жизнь представляется невозможной, всегда привлекает исследователей. А растения это умеют. Они не способны убежать от экстремальных условий в более благоприятные, поэтому защищают себя стоя на месте. Сначала обороняются от внезапно наступивших перемен, а потом так вживаются в ситуацию (конечно, если новые условия сохраняются надолго или регулярно повторяются), что механизмы защиты становятся сущностью самого растения. Оно живет, плодоносит и размножается, приобретая порой удивительную форму. Но форма кактуса, стланика или росянки — не прихоть природы, а путь адаптации, способ завоевания свободной экологической ниши. Если перенести такие растения в «нормальную» среду, комфортную для большинства видов, это не пойдет экстремалам на пользу. Подавай им то, к чему они привыкали не годами, а столетиями! Именно эти условия — норма для них.

Какой срок необходим для того, чтобы приобретенные признаки стали наследственными, закрепленными, — предмет

длительной дискуссии. Растения, будучи модульными организмами, более пластичны, чем вытягивающий шею жираф и крот, теряющий зрение в своей норе. Форма их тел не настолько жестко фиксирована, как у животных, им проще прибавить в росте, если не хватает света, или зарыться корнями глубже в землю, чтобы стать устойчивее или добыть больше питательных веществ. Такова сущность живых организмов, понятая великим В.И.Вернадским: «растекание жизни — движение, выражающееся во всюдности жизни, есть проявление ее внутренней энергии, производимой ею химической работы». Живые организмы хотят жить во что бы то ни стало, потому они растекаются по свету, забираясь в самые укромные уголки, в самые неприспособленные для жизни места.

## **Живущие в потоке**

Мы уже рассказывали читателям о таком интересном для ботаника явлении, как паводки северных рек (см. «Химию и жизнь», 2001, № 5). Одним из главных действующих лиц той публикации была чозения. Множество хитроумных приспособлений позволило ей выжить и развиваться по берегам северных рек, вдоль которых каждый год прокатывается все сметающий, грохочущий вал ледохода. При этом чозения не только сохраняет себе жизнь, но и наживает капитал — формирует собственную почву, которая потом, когда река отступит от того места, где проросли ее семена, поможет вырасти в мощное дерево, создать большой лес и пригреть под своими кронами древние нежные травы. Так она сберегает их для нас: под пологом крон чозении, в их тени и под их защитой растут травы, сохранившиеся от третичного периода, который закончился миллион лет тому назад. Чо-



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

зения так ловко сумела приспособиться к суровой жизни на северной реке Колыме и ее притоках, что хочется приписать ей «храбрость», «сообразительность» или «хитрость». Конечно, у чозении нет мозга, она не планировала сознательно свою северную устойчивость, сохранение в экстремальных условиях. Но жизнь веками подсказывала путь, шаг за шагом отбирая сильных и упрямых, тех, что сумели выстоять и стали победителями — жили и цвели там, где сдались конкуренты.

Ивы, гибкие красивые растения, тоже селятся у кромки воды. Растут и в средней полосе России, и на севере, и на юге, где-нибудь в Турции. И точно так же, как чозения, встречаются стоя мощные потоки воды, которые несутся у их корней во время паводка. Например, на Амударье паводки приходятся на лето. Это совпадает с плодоношением и распространением семян ивы джунгарской. Семена с пушистым хохолком попадают в стремительный поток, их несет река. Во время этого головокружительного плаванья семена прорастают и продолжают водное путешествие уже в виде проростков. Семядолю служат поплавками, намокший «хвост» рулит, и, наконец, поток прибывает проросток к берегу. На мокром песке у кромки воды он быстро начинает расти: ведь до охлаждения новому растению ивы джунгарской отпущен лишь один месяц активной жизни. Проросток в полной мере пользуется этим временем. А дальнейшее развитие идет так же, как и у чозении. Но ива джунгарская не становится деревом. В тугаях Амударьи другая жизнь — подрословые воды глубоко, и лучше сделаться кустарником. А на Амуре, где воды холодные, а паводок случается и под осень, семена тоже несутся в стремительных потоках, но не прорастают, а проходят предпосевную обработку в воде — закаляются, прорастая на влажном песчаном берегу как и большинство приречных ив. О гибкости ивы все знают — из нее плетут и корзинки, и мебель. Но существует ива ломкая, *Salix fragilis*. Так она названа потому, что быстрые потоки паводка обламывают кончики ее побегов и их, как семена ивы джунгарской, несет поток воды. Потом эти побеги прибывают к песчаному берегу далеко от материнского растения, и они тут же укореняются, порождая пышное и красивое дерево! Жизнь — непростая штука: где-то выгодно быть гибким, а где-то — ломким.

### Под водой и в ледоходе

На долю ив, обитающих на великой русской реке Волге, выпадает кроме паводка еще один весьма экстремальный период. Это половодья, которые иногда длятся по два с половиной месяца — чуть ли не все лето! А вода стоит и почти полностью скрывает под собой ивовые рощи. Для активной жизни, фотосинтеза у ив остаются считанные дни, ведь под водой она стоит без листьев. Как жить в таких условиях? Бедная ракита, она же ивушка зеленая, над рекой склоненная, преодолевает стресс с большим достоинством. Весной успевают зацвести или переключаются этот процесс на время спада половодья — на лето. Ищет благоприятные ниши.

Пока дерево находится под водой, на его стволах отрастают косы корней. Они обеспечивают растениям дыхание. А дубильные вещества в стеблях не дают ивам гнить в стоячей

воде. Кстати, эти же вещества лечат и болезни — вспомним аспирин, ацетилсалициловую кислоту. Сырье для ее изготовления, салициловую кислоту (которая и сама обладает антисептическим действием), сперва добывали из коры ивы, отсюда и название — ведь родовое имя этого растения *Salix*.

Корни, колышущиеся в воде вокруг ствола, выполняют еще одну важнейшую функцию. Они фильтруют водные потоки, задерживают плодородный ил. Когда половодье сходит на нет, ивы «выныривают» из воды, и косы корней на стволах засыхают. Поэтому ракиту, покрытую высохшими корнями, называют моховичкой, хотя ко мху эти косы никакого отношения не имеют.

В суровых условиях одна надежда — на стремительный рост. Например, ива трехтычинковая (*Salix triandra*) в среднем течении реки Лены зимой замуровывается в лед и терпит зиму. Но еще сильнее ей достается во время ледохода. Ледолом корежит стволы ивы, крушит их и ломает — как будто разъяренный дракон прополз по весенним зарослям. И ничего. Наступает тепло, и новая жизнь вливается в рощу, закрывает безобразия ледолома, и опять ивовый лес шумит все лето. Сломанные ветки отмирают, а из спящих почек в основании стволиков отрастают новые побеги. Так обеспечивается активная жизнь пойм, так растения выходят победителями в борьбе со стихией.

### Покрывало из листьев

Накопители собственного субстрата, подобные ивам и чозении, живут не только по берегам рек. Речь идет о подушках или покрывалах, которые создают многие северные растения. Например, вересковым кустарничкам, луазелеурии простертой или бруснике одеялом служит прочная броня вечнозеленых листьев. У листопадных видов, скажем, у арктоуса альпийского (толокнянки альпийской), листья хоть и отмирают осенью, но не опадают, а укрывают побеги, лежащие на земле, и те не отмерзают.

Еще сильнее эта особенность выражена у ивы Хохрякова и ивы магаданской — низких кустарничков, обитающих в горах Колымского нагорья и в Охотоморье. Маленькие побеги у этих невысоких, похожих на большие грибы растений сближены. Отмершие листья, разрушаясь, проникают между плотно прижатыми побегами. Туда же наматывается мусор, опад с соседних растений. Все это постепенно разлагается, образуя перегной, в котором располагаются придаточные корни, подпитывающие стволики. Так эти ивы сами обеспечивают себя питанием.

Особенно хорошо создает почву под собой ива барбарисолистная, обитающая на Верхоянском хребте среди развалов каменных глыб — курумников. Ее стволы длиной с руку человека лежат между каменными обломками, под их защитой. Отмершие листья, так же, как и у ивы Хохрякова, ивы магаданской и ивы красноплодной, остаются на стволике и, перегнивая с годами, создают почву под веточками, в которую проникают новые корни. Сразу и укрытие, и возможность подпитки придаточными корнями. Так растения приспособились к жизни в столь недружественных условиях.

### Матрас на воде

Стебли ивы образуют сети, листья — покрывала. А бывают среди растений и умельцы, которые плетут плавучие ковры или даже матрасы. Эти удивительные образования, созданные болотно-водными растениями, называют сплавинами.

На краю тихого озера в летний полдень жарко и парко. Летают стрекозы. Белеет небольшой парус — обертка белокрыльника. Торчат красивые светло-фиолетовые соцветия вахты, оттененные карминно-красными цветками сабельника. Присмотримся к этим растениям повнимательнее.



*Красные цветки сабельника высоко торчат над поверхностью воды, а под ней скрыта сеть из его побегов*

Ботаники, изучавшие сплавины, обратили внимание на то, что они лучше развиваются в стоячих водах и непосредственно связаны с берегом, с которым они позже, по мере развития растений на них, объединяются — это начальная стадия развития болота. Процесс напоминает слияние островов из мангров с берегом — в ход идут те же механизмы освоения суши водными или приводными растениями. Но мангры в средней полосе не растут, и



*Белокрыльник, поселившийся на сплавине*



*Корневища вахты трехлистной (слева) и белокрыльника (справа) хорошо переплетаются с побегами сабельника*

главная роль в образовании сплавины принадлежит интереснейшему растению из семейства розоцветных — сабельнику болотному.

В русском названии растения заложены особенности его жизненной формы: концы побегов изгибаются подобно турецкому ятагану и приподнимаются, вынося над водой красивые листья и небольшие соцветия из некрупных кроваво-красных цветков с заостренными на концах лепестками. Сабельник плавает на воде и, как видно, вовсе не угнетен столь необычным положением, даже ветвится. Биоморфологи называют такую жизненную форму стланцем. Она широко распространена в горах, где кусты прижимаются к почве навалими снега и вместе с ним как бы скатываются вниз. Сабельник же расплстался на водной глади. Растет он и по берегам, именно оттуда нарастая на водную поверхность. Иногда его корневая система связана с берегом, а большая часть обширного, похожего на прочную сетку скелета находится в свободном плавании.

Система побегов сабельника — это стволы разного возраста, простертые на поверхности водной глади. Они пронизаны густой корневой системой, будто борода запутались в решетке. Такая своеобразная и очень прочная сетка — надежная основа для поселения других растений: сочных трав, среди которых наиболее распространены вахта трехлистая и белокрыльник болотный. Их листья полностью заполняют пазы в прочной сетке сабельника. Кроме них здесь поселяются сфагновые мхи, осоки и другие травянистые растения, торчит рогоз с его «шишкой» соплодий — это самое соплодие, словно обтянутое коричневым бархатом, неспециалисты упорно называют «камышом». Стебли рогоза придают сообществу гигрогелофитов — так именуют прибрежные растения экологи — особую привлекательность. По краю сплавины иногда можно видеть невысокие ивы: иву ушастую, иву лопарскую, иву серопепельную. Эти кустарники с приподнимающимися побегами становятся как бы опушкой сплавины, если она приближается к берегу и уже готова с ним сомкнуться, образуя первую стадию болота. Сплавина бывает столь прочной и упругой, что по ней может спокойно ходить взрослый человек. Правда, она колеблется, пружинит под ногами, но провалиться сквозь толстый матрас, сплетенный из растений, трудно.

Сплавину изучают давно. Их разнообразие создается множеством факторов: растительностью побережий, глубиной воды, ее составом, особенностями циркуляции. Заращение, наплывание, срастание сплавины с берегом — все это сложные процессы, которые здесь описаны лишь вкратце. Но хотя не все сплавины одинаковы, у них есть общая основа — прочный ячеистый матрас, плавающий на поверхности воды. С течением лет на нем накапливаются и перегнивают





Сиреневые цветы вахты трехлистной

растительные остатки, которые часто намывает вода, ветер. Сплавина уплотняется настолько, что на ней поселяются цыкута и другие более крупные травы, а потом она срастается с берегом. А все началось с того, что три вида растений, которые благодаря своим морфологическим особенностям оказались пригодны для формирования сплавины, объединили свои усилия. Каков их систематический статус?

Сабельник принадлежит к семейству розоцветных. Среди представителей этого обширнейшего семейства — и высокие деревья вроде яблонь, и кустарники роз, и распространенные в Субарктике кустарнички, в том числе те, что формируют подушки, погруженные основаниями в грунт, о которых шла речь в первой части этой статьи. Но сабельник — единственный, особенный. Только он из всех розоцветных приспособился к жизни в воде и стал водным стлаником. Сабельник очень широко распространен на земном шаре: он растет не только в Европе, но и на юге Средиземноморья, на Кавказе, севере Турции, в Западной и Восточной Сибири, в Канаде. Интересны его цветки с лепестками, окрашенными в темно-карминный цвет. Такой цвет не встречается больше ни у кого в этом многочисленном семействе. Множество мелких семян сабельника, высыпаясь из плодово-коробочек, плывут по воде, но нет им места на сплаvine. Только изредка на берегу можно встретить проростки, обновляющие популяцию. Основной способ размножения этого вида — почти исключительно вегетативный: расселяются обломки побегов и деревянистых корневищ. Способ весьма эффективен, ведь сабельник распространен очень широко.

## Лекарства из сплавины

Сабельник широко применяют в народной и официальной медицине из-за большого содержания органических кислот, дубильных веществ, флавоноидов, витаминов, катехинов, эфирных масел. Препараты сабельника болотного оказывают вяжущее, кровеостанавливающее, противовоспалительное, противомикроорганизмное, жаропонижающее, потогонное, обезболивающее действия. Благодаря иммуномодулирующим свойствам они повышают устойчивость организма к простудным и вирусным заболеваниям. Отвар и настойка побегов обладают антибактериальной активностью, применяются при лечении дизентерии, нарушении обмена веществ, кровотечениях,

венерических болезнях, полиартрите, ревматизме, желудочных болях, туберкулезе легких, а также для полоскания рта при зубной боли. Побегов используют как ранозаживляющее средство. Препараты сабельника снижают артериальное давление.

Сабельника так много и он растет так быстро, что его запасы считаются неисчерпаемыми. Но в одной популяции массовый сбор побегов можно проводить не чаще, чем раз в четыре-пять лет. За это время вегетативно расселяющиеся побеги полностью восстанавливаются.

Вахта также ценное лекарственное растение, включенное в отечественную фармакопею. Ее основные биологически активные вещества — это горечи, в том числе ириоидные гликозиды (мениантин,

фолиаментин и др.). Кроме того, вахта содержит флавоноидные гликозиды (рутин, гиперозид, трифолин), алкалоид гентианин, дубильные вещества, бетулиновую кислоту, сапонины, инулин, холин, пектиновые вещества, витамин С, значительное количество иода. Экстракт вахты используют в традиционной медицине как лекарство против цинги. Препараты вахты усиливают секрецию желудочно-кишечного тракта, улучшают перистальтику желудка и кишечника, стимулируют выделение желчи, оказывают противовоспалительное действие. Листья входят в состав желчегонных, слабительных, мочегонных и седативных сборов. Отвар листьев применяют при пародонтозе.



Второй компонент сплавины — вахта трехлистая, которая принадлежит к редкому семейству вахтовых. Та, что растет на сплаvine, — единственный вид, так же широко, как и сабельник, распространенный в лесной зоне Северного полушария. Своими раскидистыми корневищами вахта заполняет ячейки сабельниковой сетки. И размножается она тоже вегетативно. Места обитаний на границе открытой воды озера оказались для нее оптимальными. Красивое зрелище — заросли вахты с сиреневыми соцветиями, сочными, смыкающимися друг с другом листьями.

Третий важный компонент сплавин — белокрыльник болотный (он же калла болотная) из типичного для тропиков семейства ароидных. Как и вахта, белокрыльник — единственный среди своих родственников, кто приспособился к водному образу жизни. Впрочем, эта прибрежно-болотная сочная трава с коротким корневищем растет не только на сплаvинах, но и на различного рода влажных почвах, в основном по берегам водоемов. Белокрыльник хорошо расселяется как вегетативно, так и семенами, несколько уступая в скорости расселения сабельнику и вахте. Все растение ядовито. Сочные побеги белокрыльника разрастаются на поверхности плавающих стволиков сабельника и увеличивают толщину сплавины. В таких условиях белокрыльник активно цветет. Его нежная белая обертка скрывает торчащее соцветие с мелкими цветками.

Удивительно, что эти три совершенно не родственных между собой вида сумели сблизиться, найти друг друга и образовать такое необычное сообщество, живущее на границе между тремя стихиями — землей, водой и воздухом. Более того, они создают условия для завоевания водной глади, образуют на ней почву для поселения вполне сухопутных растений. Этот пример как нельзя лучше иллюстрирует тезис о способности живых существ преобразовывать окружающую косную материю, чтобы обеспечить комфортные условия существования. И не только себе, но и собратьям по экологической нише.

# Гонка без победителя

Еще совсем недавно, в начале XX века, любая царапина или простуда могли стать смертельными. Когда в арсенале врачей появились антибиотики, показалось, что проблема решена. Сегодня, через 70 лет после появления пенициллина, все чаще мы слышим о микробах, нечувствительных ко всему многообразию производимых антибиотиков. Появляются новые препараты, та вслед на ними — нечувствительные к ним микроорганизмы.

Об этой гонке и разработке новых антибиотиков нашим читателям согласилась рассказать заместитель директора по научной работе НИИ по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф.Гаузе РАМН, заведующая лабораторией химической трансформации антибиотиков, доктор химических наук **Мария Николаевна Преображенская**.



**Мария Николаевна, сначала вопрос на злобу дня — откуда могла взяться напугавшая всю Европу кишечная инфекция, вызванная особым штаммом *E. coli*?**

Я не микробиолог, а химик, но определенно могу сказать одно. Эта палочка коли живет только в человеке и животных, поэтому попасть в окружающую среду может исключительно от них. Ни на огурцах, ни на помидорах, ни на ростках сои она не может появиться. Значит, эта инфекция от кого-то идет — например, от какого-то человека, которого неоднократно лечили многими антибиотиками и палочка мутировала в его организме. Ведь резистентность передается от бактерии к бактерии очень быстро. У нас в норме эта палочка есть в кишечнике, но достаточно, чтобы туда попало совсем немного другого, нечувствительного штамма, как последний очень быстро обменяется плазмидами (или другим переносчиком резистентности) с «нормальными» собратьями, и все палочки станут нечувствительными. А дальше — сточные воды или другие отходы жизнедеятельности человека попадают на поля, и палочку начинают находить то там, то там.

**Вспышка кишечной инфекции — частность. На самом деле резистентных микроорганизмов в мире все больше — тех, на которые уже не действуют даже самые сильные современные антибиотики. Появляются новые препараты, но довольно быстро появляются и новые нечувствительные к ним штаммы микроорганизмов. Есть ли у антибиотиков шанс выиграть эту гонку?**

Шанса, конечно, нет — это бесконечная борьба. Мы делаем новые антибиотики, а микробы через некоторое время приспособляются к ним, вырабатывая резистентность. Эта нечувствительность может появляться быстрее или медленнее (в зависимости от механизма действия антибиотика), но она все равно появляется.

За 70 лет ученые прошли долгий путь. Первый пенициллин — это был полностью природный продукт, который вырабатывают определенные штаммы бактерий. Сегодня производят какое-то количество природных антибиотиков, но в основном это уже полусинтетические препараты: берут природное соединение за основу, а потом модифицируют его



химическим или биосинтетическим способом. Чем дальше мы продвигаемся, тем больше ученые отходят от исходной природной структуры, которая оказывается все больше модифицированной. Пенициллин приходится прапрадедушкой новым антибиотикам на его основе. Уже давно появились и полностью синтетические антибиотики, полученные совсем без участия бактерий.

Понятно, почему все пошло именно в этом направлении. Сначала микробиологи находят и выделяют новые штаммы микроорганизмов, которые продуцируют антибактериальные соединения. Но ведь микроорганизмы выделяют их для каких-то своих целей, и к человеческому организму они не очень приспособлены. Поэтому, как правило, в нашем организме находится фермент, который разлагает природный антибиотик, или он быстро выводится из организма. Почти все современные антибиотики — полусинтетические или полностью синтетические. По сравнению с природными они более активны и имеют более благоприятные фармакологические параметры, у них меньше побочных эффектов. В качестве примера можно привести природный антибиотик эритромицин. Сегодня он существует только в виде мазей, поскольку у него слишком много побочных эффектов. А внутрь давно назначают другие химические производные этого ряда — так называемые препараты второго и третьего поколения.

Если вернуться к основному вопросу — кто победит в гонке, то я все-таки надеюсь, что и у патогенных организмов тоже нет шансов одолеть нас. Мы будем бороться и продолжать придумывать, как бы еще уничтожить нечувствительные микроорганизмы.

Впрочем, новые антибиотики сегодня появляются не так часто, а последнее время все реже и реже. На это есть несколько причин. Найти новые активные структуры действительно труднее, поскольку многое уже сделано. А кроме того, ко второй половине 1990-х годов почему-то возникло ощущение, что мы победили в антибактериальной войне, и крупные фармацевтические фирмы, те, кто делают погоду на рынке, закрыли отделения, где разрабатывают антибактериальные препараты (речь именно о них, а не о противоопухолевых и противогрибковых антибиотиках).

#### **Получается, резистентные штаммы появились только в середине 1990-х годов?**

Нет, конечно, они были и раньше, только не в таком количестве, поэтому не казались глобальной проблемой. А потом, есть еще один важный фактор — антибактериальные препараты невыгодны. Выгодно лечить диабет, ревматоидный артрит, опухоли и другие тяжелые заболевания, требующие постоянной терапии! А антибиотики за редким исключением вы принимаете пять — семь дней. Коммерчески это совсем другая отдача, в них вкладываться не так выгодно. Еще и поэтому за последние десять лет появилось очень мало новых антибиотиков.

Вообще, создание лекарства — это очень долгий и сложный путь. Сначала находят активную структуру, потом идет ее оптимизация. Из сотен и тысяч соединений со сходными структурами отбирают всего одно или два. И этот этап, если делать его как следует, требует огромных средств. Естественно, что когда такая активная структура найдена и проверена, ее обязательно защищают патентами.

Поэтому если кто-то из инвесторов говорит, что сделать лекарство можно гораздо дешевле, чем за миллиард долларов, то это правда, только если речь идет об уже существующем препарате, на который кончилась патентная защита, и у которого известна структура, способ получения и фармакологические свойства (получится дженерик). А стоимость нового препарата определяется еще и средствами, вложенными в поиск, оптимизацию структур, тщательное фармакологическое изучение.

#### **Стоит ли надеяться на антимикробные пептиды, которые, как пишут, могли бы помочь бороться с резистентными микроорганизмами?**

Таких пептидов действительно множество и они проявляют самую разную антибактериальную активность. Они состоят из природных аминокислот, а потому, скорее всего в человеческом организме будут очень быстро дезактивироваться. А значит, создать нужную концентрацию в больном органе чрезвычайно сложно. Поэтому если эти исследования и будут иметь практический выход, то скорее речь пойдет о препаратах местного применения. Напротив, антибиотики, которыми мы занимаемся, обычно состоят из неприродных аминокислот и имеют неприродную оптическую конфигурацию. Такие связи наш организм не может быстро расщепить и «переварить».

#### **Как обстоят дела с антибиотиками в России? Есть ли у нас шанс конкурировать с крупными фармацевтическими фирмами? Ведь научная школа была очень хорошая.**

У нас сейчас разработать новый препарат, в том числе антибактериальный антибиотик, стало практически невозможно. Дело в том, что по нашим новым законам все три фазы клинических испытаний (на здоровых добровольцах, и потом уже две фазы на больных) должен оплачивать производитель. Если доклинические испытания еще можно осилить, то клинические — это огромные деньги. Поскольку наши фирмы намного слабее западных гигантов, им потянуть это очень трудно. Поэтому они предпочитают производить дженерики.

Предыдущий этап — поиск и отбор активных субстанций — тоже стал труднее именно из-за экономических причин. В СССР было несколько отраслевых институтов, которые занимались разработкой антибиотиков, а остались от силы два. В нашем институте исследования еще ведутся, несмотря на то, что он небольшой и зарплаты маленькие. Некоторое время назад было неплохо с грантами, сейчас и с грантами не очень хорошо или скорее плохо. Почему-то считается, что

научные сотрудники должны зарабатывать сами, выполняя коммерческие заказы. Некоторое время назад в нашей области это действительно было возможно, но сейчас выгоднее и быстрее все заказывать в Китае. Они очень быстро получают реактивы, у них прекрасное оборудование, меньше бумажной государственной волокиты — соответственно они делают то же самое оперативнее и за меньшие деньги.

Впрочем, даже в этой ситуации мы находим активные препараты (например, противоопухолевые антибиотики) и проводим для них в нашем институте доклинические испытания. Но очень мало шансов, что они когда-либо пойдут в производство — как уже упоминалось, клинические испытания оплачивать некому и вся надежда на государственную поддержку.

В итоге большинство наших производителей предпочитает простую схему. Они покупают активные субстанции в Индии и Китае, устанавливают современные линии по изготовлению лекарственных форм — и российский препарат готов. Конечно, в этой ситуации мы обогащаем фарминдустрию Китая и Индии. Кроме того, важно, насколько хорошая и чистая субстанция закупается. Государство должно это контролировать, но сейчас это делают менее тщательно, чем раньше.

Справедливости ради надо сказать, что у мировых крупных фармацевтических гигантов тоже проблемы. Схема у них похожая — в научных подразделениях находят активную субстанцию, тщательно изучают родственные структуры, отбирают соединение-лидер, проводят доклинические испытания, патентуют найденный препарат, а потом продают лицензию той фирме, которая оплатит клинические испытания и будет его производить. Конечно, гиганты остались, но они все меньше и меньше занимаются антибактериальными препаратами. Кроме того, все крупные фирмы постоянно сливаются, реорганизуются и сокращаются. И все, что можно, уходит на производство в Китай.

### **Можем ли мы гордиться какими-то антибиотиками, сделанными в советскую эпоху? Производят ли их до сих пор?**

Наш институт в советское время разработал и внедрил противоопухолевые антибиотики и снабжал ими весь Союз. Их делали у нас в институте либо на заводах по нашей технологии, и они были не хуже зарубежных аналогов. Сейчас, конечно, закупают и другие противоопухолевые антибиотики, но когда-то использовали только наши.

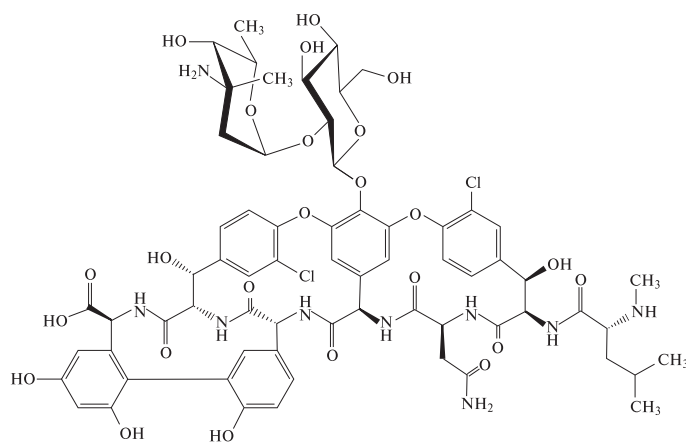
В 1960-х годах почти одновременно и у нас и за границей был открыт природный противоопухолевый антибиотик даунорубицин. Он стал стартовым соединением для многих производных, одно из которых — адриамицин, или доксорубицин, — и сегодня применяют в терапии многих опухолей. Доксорубицин в нашем институте получили на наших штаммах и по собственной методике. Фактически мы разработали и продолжаем делать представителей многих важнейших групп противоопухолевых антибиотиков, применяемых в мировой онкологической практике. Отдельно хочется упомянуть блеомицетин. Методика и штаммы также наши собственные, и препарат получается гораздо лучше японского препарата блеомицина — в составе нашего блеомицетина более благоприятное сочетание нескольких близких структур и он менее токсичен. Но клинические исследования импортного препарата, в отличие от нашего, были хорошо прорекламированы.

В нашем институте были открыты и антибактериальные антибиотики: грамицидин С, колимицин, мономицин, канамицин, линкомицин и некоторые другие. Большинство из них также до сих пор можно найти в аптеке. А грамицидин С (С означает «советский») — вообще один из самых эффективных местных препаратов при инфекции горла, хотя и отличается противным вкусом.

Конечно, были и другие лекарства, сделанные в родственных институтах, — например в Государственном научном центре антибиотиков. Надо только понимать, что когда мы говорим о своем препарате, то это зачастую не химическая формула, а свои штаммы, методика модификации и технология. Во всем мире делают амоксициллин, но у нас делали свой — по своей методике.

### **Расскажите, пожалуйста, про гликопептиды, которыми давно занимается ваша лаборатория. Ведь некоторые из них активны даже против вирусов, что кажется невероятным.**

Это очень интересная тема, о них можно рассказывать целый день. Гликопептиды — это отдельная группа антибиотиков, которые нарушают синтез клеточной стенки бактерий. Самый первый природный представитель этой группы — ванкомицин, открыли в 1960-х годах в американской фирме «Эли Лили». Он имеет довольно сложную структуру: это закольцованная гептапептидная система, к которой присоединены сахара:



В свое время его открытие стало революцией. После эйфории, вызванной открытием пенициллина, появились резистентные к нему штаммы, и тогда ванкомицин опять показался спасением. Он действует на нечувствительные к пенициллину штаммы стафилококка, а также на резистентные энтерококки. Впрочем, новый препарат продвигался на рынок с трудом, поскольку давал сильную аллергию. Со временем его научились очищать методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, и тогда это действительно стало спасением для больных, инфицированных резистентными стафилококком и энтерококками.

Как нетрудно догадаться, позднее появились штаммы микроорганизмов, нечувствительные и к ванкомицину. В нашем институте мы, в частности, занимаемся антибиотиками, родственными ванкомицину. Например, мы открыли природный антибиотик эремомицин, который отличается от ванкомицина. Это очень хороший и активный антибактериальный препарат, а его полусинтетические производные оказались еще более эффективными и с лучшими фармакологическими свойствами. В результате многочисленных попыток найти производителя, который обеспечит клинические испытания, будет делать препарат и выведет его на рынок, наш патент, пройдя через несколько правообладателей, оказался у фирмы «Новартис». Но ее сейчас перестали интересовать антибактериальные препараты, и наше лекарство так и не появилось на рынке. Это иллюстрирует не только ситуацию в России, но и на мировом рынке. Американские фирмы параллельно создали два своих производных этого класса — оритаванцин и телаванцин и их сейчас производят.



Наша лаборатория тем не менее продолжает заниматься производными гликопептидов. У нас есть интересные соединения, которые обладают такой же активностью, как ванкомицин, но вызывают менее сильную аллергическую реакцию. Есть даже синтетические гликопептиды, которые показывают активность по отношению к сибирской язве. С перспективными препаратами мы ведем доклинические исследования, но из-за трудностей с клиническими испытаниями неизвестно, будет ли это иметь продолжение.

Некоторые производные гликопептидов (без углеводного остатка и с введенным гидрофобным заместителем) активны и против вирусов. Наш подход отличается от развивающихся сейчас направлений поиска противовирусных препаратов. Наши производные гликопептидных антибиотиков ингибируют протеинкиназы — ферменты, которые регулируют клеточный цикл, рост, дифференцировку клеток и апоптоз. Некоторые протеинкиназы активируются в клетке на первых фазах вирусной инфекции, а их ингибирование приводит к тому, что вирус не заходит в клетку или не размножается внутри нее.

Это интересное направление, по которому мы сотрудничаем с коллегами из Европы. Мы много этим занимаемся, но еще не готовы к продвижению конкретного препарата. Поскольку это действительно совершенно другой подход (наши препараты действуют на другие молекулярные мишени), их надо исследовать подробно. Кроме того, «противовирусные» гликопептиды действуют только в большой концентрации. Но перспективы интересные, ведь наши соединения, в зависимости от структуры, могут действовать на все вирусы, включая даже вирус Эбола.

#### **Появляются ли сейчас новые противоопухолевые антибиотики?**

Да, есть новые препараты, и с ними, пожалуй, ситуация иная, чем с антибактериальными. У нас есть три-четыре кандидата, которые уже находятся на стадии углубленных доклинических испытаний. Причем это антибиотики совсем другого типа, чем те, что закупают и применяют сейчас в онкологии. Наши перспективные соединения относятся к разным классам.

Один класс противоопухолевых антибиотиков — это ингибиторы протеинкиназ, активированных в опухолевых клетках. Это активно развивающееся во всем мире направление, но у нас есть свой оригинальный класс гетероциклических синтетических соединений, отличающийся от остальных. Среди всех уже отобран лидер — очень активный препарат, который мы продолжаем исследовать совместно с Институтом общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН. Патент на него мы уже подали, и если нам удастся получить поддержку Министерства промышленности, то мы сможем пойти до клинических испытаний.

Другой класс соединений — производные антибиотика оливомицина, он также когда-то был открыт в нашем институте. Эти вещества действуют по-другому, они разрушают ДНК опухолевой клетки. Их действие изучено довольно хорошо, поэтому наша задача — получить новые синтетические производные с хорошим терапевтическим индексом (чтобы интервал между токсичной и максимально переносимой дозой был как можно больше). Мы также синтезировали и отобрали новые соединения, обладающие очень высокой активностью, но родственные другому препарату — доксорубину (совместно с Российским онкологическим научным центром им. Н.Н.Блохина РАМН). Они тоже направленно действуют на ДНК и на теломеразу. Препараты оригинальные, на мышах с перевиваемыми опухолями работают очень хорошо.

Мы активно работаем с аналогами олигомицина, который воздействует на митохондрии опухолевых клеток. Это тоже совершенно новые структуры, аналогов на западе нет. И еще

по контракту с Министерством образования и науки ведем исследования нового класса очень интересных веществ — производных индола. Все эти противоопухолевые препараты находятся на стадии доклинических испытаний.

#### **Вернемся от высокой науки к повседневной жизни. Уже ни для кого не секрет, что мясо, которое мы едим, содержит антибиотики. Как вы думаете, это вносит свой вклад в появление резистентных штаммов?**

Конечно, вносит. Ведь чтобы животные выросли и не болели, их, так же, как и людей, все время лечат. Часто антибиотики скармливают животным просто так, поскольку это каким-то образом повышает прирост их веса. Особенно усердствуют при промышленном производстве птицы. Сейчас этот процесс стали как-то ограничивать и регламентировать, но насколько жесткий контроль — непонятно. Причем так делают не только у нас, но и во всем мире. Конечно, животным дают специальные антибиотики, которые обычно не применяют у людей, но все равно это очень близкие соединения. Поэтому они вызывают распространение резистентности к «человеческим» антибиотикам. Но, безусловно, основной вклад вносит все более широкое и бездумное назначение антибиотиков людям.

#### **Так, может быть, антибиотики следует продавать только по рецептам?**

Возможно, это поможет, но не решит проблему кардинально. В Америке и Европе все продают строго по рецептам, однако рецепт на антибиотики врачи выписывают с необыкновенной легкостью. Вероятно, там чаще, чем у нас, стараются сначала определить возбудителя. Но все равно, чтобы быстрее поставить пациента на ноги (скорее на работу) и перестраховаться (не допустить осложнения), рецепты на антибиотики выписывают не задумываясь. А это прямой путь к резистентности.

#### **Что произойдет, если все перестанут принимать антибиотики?**

Болезни станут продолжительными и тяжелыми, как в прошлые века, — человек будет болеть, пока организм не справится с инфекцией сам или не сдастся. Смертельными станут не только заражение крови, но и обычное воспаление легких. Конечно, этот путь уже невозможен. Другое дело, что не надо бы использовать оружие против бактериальной инфекции с той легкостью, как мы это делаем сейчас. Но если человек болен и знает, что от болезни есть лекарство, как его не принять? Поэтому гонка будет продолжаться.

Беседу вела  
кандидат химических наук  
**В.В.Благутина**

**Выращивая островки Лангерганса**

*Методами генной терапии вылечивают диабет у мышей с вероятностью 80%.*

Агентство «AlphaGalileo», 4 июня 2011 года

**П**ри диабете первого типа клетки иммунной системы, Т-лимфоциты, уничтожают бета-клетки поджелудочной железы, те самые, что вырабатывают инсулин. Чтобы кардинально справиться с болезнью, ученые Бейлорского медицинского колледжа (Хьюстон) во главе с доктором Виджаем Йехуром несколько лет назад решили применить генную терапию. В качестве подопытных животных они взяли мышей с диабетом первого типа.

В первую очередь, используя нейрогенин-3, в печени мышей стали выращивать бета-клетки. (Да-да, именно в печени!) Это вещество отвечает в организме за формирование островков Лангерганса — тех самых, где группируются вырабатывающие инсулин клетки. К нему добавили фактор роста островков — бетацеллулин. Затем были предприняты меры против Т-лимфоцитов. Для этого организм заставили вырабатывать интерлейкин-10, который регулирует работу иммунной системы. Результат был не блестящим — число мышей-диабетиков сократилось лишь в половину. Теперь же Йехур с коллегами заставил клетки, расположенные в непосредственной близости от вновь созданных островков Лангерганса, вырабатывать белок PD-L1, что расшифровывается как «первый лиганд программируемой смерти клеток». Это вещество препятствует убийственной деятельности Т-лимфоцитов, но, будучи сконцентрированным в одном месте, не приводит к подавлению иммунитета во всем организме. В результате 78% подопытных мышей (17 из 22) росли нормально, и даже спустя 18 недель после лечения у них не было признаков диабета, тогда как контрольным животным судьба отмерила всего 6—8 недель жизни. Сейчас доктор Йехур пытается выяснить, почему у остальных пяти мышей придуманный им способ не сработал.

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

**Одноклеточный реставратор**

*Некоторые микроорганизмы наностя вред памятникам искусства, а другие помогают их сохранять.*

Агентство «AlphaGalileo», 4 июня 2011 года

**Ф**рески с течением времени покрываются солями, выделившимися из штукатурки или из клея, которым пользовались реставраторы во время предыдущего ремонта. Эти отложения время от времени удаляют с помощью химикатов, а то и механически, и есть опасность повредить фрески. Содружество испанских и итальянских реставраторов призвали на помощь микробов. «В природе всегда можно найти микроорганизм, который потребляет в пищу нужное тебе вещество. Какой-то из них способен стать прекрасным помощником реставратора», — считает доктор Пилар Босх из испанского Института реставрации культурного наследия.

Саму методику использования микроорганизмов для удаления налета соли придумали итальянцы во главе с микробиологом Джанкарло Раналли и применили при реставрации фресок в Кампо Санто ди Пиза под руководством реставратора Сикстинской капеллы Джанлуиджи Колалуччи. Микробная технология помогла итальянцам бороться и с черным налетом на мраморных статуях.

Испанцы же методику изменили и вместо накладывания на фреску влажной тряпки предложили гель с бактериями из семейства псевдомонад. Всего за полчаса этот гель удалял слой соли, и роспись снова обрела яркость. Считается, что используемые бактерии не выделяют никаких вредных для фресок веществ, а после обработки, оставшись без воды, погибают.

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

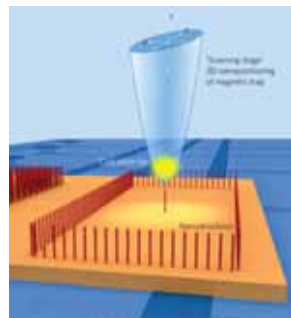
**Микроскоп на квантовом конденсате**

*С помощью конденсата Бозе-Эйнштейна можно изучать мельчайшие объекты.*

«Nature Nanotechnology», 29 мая 2011, doi: 10.1038/nnano.2011.80

**С**ейчас в атомно-силовом микроскопе — приборе, дающем самые точные изображения мельчайших деталей поверхности изучаемого объекта, — поверхность «ощупывает» зонд из твердого вещества: металлический ус или нанотрубка. Немецкие физики из Тюбингенского университета во главе с профессором Йозефом Фортагом решили заменить его на облако сверххолодных атомов. Преимущества очевидны: размер облака определяется параметрами магнитной ловушки, а значит, его можно сделать стандартным без всякой механической обработки, и перемещают такой зонд с помощью магнитного поля, то есть без сверхточных механических приводов. Исследователи предлагают две модификации метода. В одном применяют облако сверххолодных атомов рубидия. Проходя над неровностями поверхности — а в опытах это были углеродные нанотрубки, — облако теряет атомы, и чем ближе оно к нанотрубке, тем с большей скоростью. По этой потере и можно судить о форме рельефа. Другая модификация интереснее. Глубоким лазерным охлаждением это облако превращают в конденсат Бозе — Эйнштейна, в котором все атомы теряют свою индивидуальность. Теперь изучаемая нанотрубка не может выдирать атомы из облака, и размер зонда остается постоянным. А рельеф меряют по изменению частоты колебания конденсата в плоскости, перпендикулярной поверхности образца.

Разрешающая способность этого метода, очевидно, определяется шагом, с которым удастся перемещать конденсат, и его диаметром.



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

**Серебро в сточной воде**

*Гуминовые кислоты собирают ионы серебра в наночастицы.*

«Environmental Science & Technology», 2011, т. 45, № 9, с. 3895, dx.doi.org/10.1021/es103946g

**В**ысокдисперсная система, которую раньше называли коллоидным серебром, а теперь — наночастицами серебра, обладает отличными антибактериальными и антигрибковыми свойствами. Поэтому наночастицы добавляют во многие продукты — от косметики до носков. А потом это серебро попадает в сточные воды и оказывается в водоемах, вызывая тревогу у защитников окружающей среды. Более того, замеры соответствующих служб свидетельствуют о росте концентрации наносеребра в водоемах. Предполагается, что благодаря своей большой поверхности оно будет хорошо растворяться и в воде станет гораздо больше свободных ионов серебра, что способно нарушить природный баланс.

Американские исследователи во главе с Вирендером Шармой из Флоридского технологического института решили выяснить, как поведет себя серебро в природных водах, где всегда содержатся гуминовые кислоты. Оказалось, что в их присутствии ионы серебра за пару дней собираются в наночастицы, более того, кислоты препятствуют их последующему слипанию в микроагgregаты.

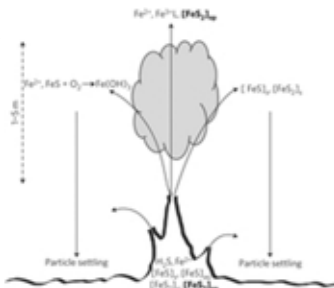
Отсюда следуют два важных вывода. Первый: если серебро из антропогенных наночастиц и растворится в воде, то оно в скором времени опять образует наночастицы. Второй: наночастицы серебра были в воде и в осадках всегда, поскольку серебро в той или иной концентрации есть в любой капле природной воды.

**Железо из глубин**

*Подводные вулканы снабжают весь океан железом.*

**В**одорослям нужно двухвалентное железо. Чем больше его в тех или иных водах, тем богаче там жизнь, сложнее и протяженнее пищевые цепи. Поэтому время от времени появляются идеи подкармливать океан препаратами железа: в районе подкормки станет больше микроорганизмов, ими будут питаться рачки, рачками — рыба, и вопрос об исчерпании ресурсов океана потеряет остроту. Барьером на пути столь радикальных действий стоит международное право, запрещающее подкормку океана.

Однако есть в океане и природный источник железа. Это «черные курильщики» и донные выходы минеральных вод. Двухвалентное железо-то в них есть, но, казалось бы, оно должно там сразу окислиться и стать несъедобным для микроорганизмов. Как показал студент из Делаверского института Мустафа Юсел под руководством



профессора Георга Лютера, все дело в сульфиде железа: в выбросах «черных курильщиков» содержится множество его наночастиц. При столкновении с молекулами кислорода, растворенного в воде, сульфидное железо окисляется, но не очень охотно, поэтому наночастицы легко распространяются по океану и несут с собой заветное вещество.

Коль скоро именно от концентрации железа в морской воде зависит, сколько микроводорослей в ней вырастет и соответственно сколько углекислого газа будет поглощено, получается, что подводная вулканическая активность и глобальное потепление соединены обратной связью. Много вулканов — вода хорошо цветет, парниковый эффект снижается. Мало вулканов — процесс идет в другую сторону.

«Nature Geoscience», 2011, т. 4, с. 367, doi:10.1038/ngeo1148

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

**Зеленый фасад**

*Растения на стене дома не только красивы, но и полезны.*

**Г**олландцы — признанные мастера ландшафтного дизайна. Неудивительно, что именно в Делфтском технологическом университете аспирант Марк Оттеле защитил диссертацию, посвященную зеленым фасадам. Как оказалось, сейчас в Западной Европе наряду с известными лианами вроде винограда и плюща применяют для озеленения стен сложные сооружения, в которых растения расположены ярусами. Это требует серьезных затрат инженерного труда, зато позволяет дизайнерам не ограничивать себя в выборе сортов и видов. А озеленять стены и крыши очень важно для современных городов, где места для флоры катастрофически не хватает.

Исследование Оттеле подтвердило пользу зеленого фасада. Листья растений, во-первых, очищают воздух от углекислого газа, во-вторых, задерживают мелкие частицы пыли — те самые, особо опасные, диаметром менее 10 мкм, которых так много в городском воздухе. А в-третьих, они уменьшают скорость ветра у стен и снижают потери тепла. В общем, ответственные руководители городов должны готовиться к массовому внедрению новых висячих садов Семирамиды

Агентство «AlphaGalileo», 28 июня 2011

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

**Пожар в США**

*Леса в США горят из-за того, что их долго защищали от пожара*

**Э**тим летом в Аризоне случилась засуха, и начались лесные пожары, которые охватили огромные территории. Отчего так произошло? От того, что защитники природы слишком усердно поработали в предыдущие годы, считает профессор Северного Аризонского университета Уолл Ковингтон.

Защита от пожаров и санитарных рубок сделали структуру аризонских сосновых лесов совсем неестественной: на площади, где росло 10—25 деревьев, теперь живут сотни растений. Многие молодые деревья засыхают, и получаются огромные запасы горючего материала. В норме пожары в сосновых лесах случаются раз в десять лет. Но они остаются низовыми, идут по почве и уничтожают лишний молодняк. А большие деревья выживают благодаря толстой коре и получают подкормку золой. Если же горючего материала скопилось много, огонь так разгорается, что достигает кроны лесных великанов. И тогда уж верховой пожар уничтожает всё.

«Чтобы бороться с пожарами, надо проредить наши леса — вырубать молодняк и оставить старые большие деревья. Это позволит подготовиться к засухам, которые должны наступить в связи с потеплением климата», — считает профессор Ковингтон.



Агентство «News-Wise», 8 июня 2011 года

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

**Магнитом по инфаркту**

*Предотвратить сердечный приступ поможет магнитное поле.*

**Е**сли кровь плохо течет по сосудам — жди беды. А чтобы она текла лучше, нужно уменьшить вязкость. Сейчас это делают с помощью аспирина, но он отнюдь не безопасен (см. «Химию и жизнь», 2011, № 2). Тао Жунцзя, профессор филадельфийского Университета Темпл считает, что тут может помочь физиотерапия, а именно магнитное поле. Ведь эритроциты содержат атомы ферромагнитного железа. Поэтому, проходя через магнитное поле, они намагничиваются и затем выстраиваются в эдакие цепочки. Те, во-первых, структурируют поток крови. А во-вторых, будучи крупными образованиями, собираются в середине потока. Трение о стенки сосуда, которые могут быть покрыты бляшками, уменьшается, и давление падает.

В своих опытах профессор Тао применял довольно сильное поле — напряженностью в 1,2 теслы. Такое поле используют при магнитно-резонансной томографии. Оно снижало вязкость крови на 20—30% всего за минуту, а эффект держался несколько часов. Сейчас профессор Тао старается разработать портативное устройство для предотвращения сердечных приступов.

Он наверняка не знает, что в позднем Советском Союзе были модны магнитные браслеты как раз для нормализации кровяного давления. Многие над их носителями посмеивались, а, ведь, возможно, те были на правильном пути, хотя сила таких магнитов мала. Однако, время воздействия было гораздо больше, чем в опытах профессора Тао.

Агентство «News-Wise», 7 июня 2011



Художник Н. Колпакова

# Смертельный гликозид

Е. Стрельникова

«Внезапно бокал выпал из руки Дюбретты — однако не разбился, приземлившись на мягкое зеленое покрытие. Дюбретта согнулась пополам, прижав руки к животу. Хэтти, стоявшая к ней ближе всех, отшатнулась.

...Жаклин первая очутилась подле Дюбретты. Та дышала часто и прерывисто.

— Забыла... таблетки... — с трудом выговорила она...

— Скорее, — торопила Жаклин, держа руку на запястье Дюбретты. Пульс был слабым и неровным.

Взгляд репортерши затуманился. Внезапно на лице ее проступило удивленное выражение.

— Голу... — невнятно прошептала она. — Глю...

Слабое биение под пальцами Жаклин дрогнуло и исчезло.

Так описывает гибель скандальной журналистки Дюбретты американская писательница Элизабет Питерс



в ироническом детективе «Напиши мне про любовь». Место действия — симпозиум писателей, работающих в жанре женского эротического романа. Смерть акулы пера наступила в результате нарушения сердечной деятельности, и Дюбретта, почувствовав знакомые симптомы, вспомнила о таблетках, которые впоследствии были найдены в ее сумке.

«— У нее в сумке лежат таблетки. Что-то вроде дигиталиса.

— Всем известно, что у Дюбретты было большое сердце».

Так что же, причиной смерти стало хроническое сердечное заболевание? Ну, нет! Тогда бы не было детектива.

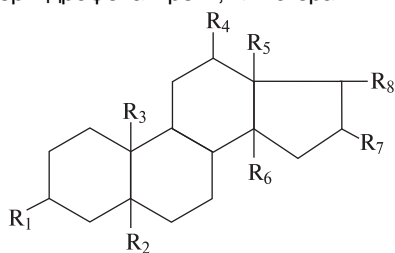
За раскрытие преступления взялась библиотекарь Жаклин Кирби, забавы ради затесавшаяся в ряды эротических писательниц. А орудием преступления оказалось то самое лекарство, которое принимала Дюбретта. Дигиталис. Вернее, дигиталис — это латинское название растения, а в качестве лекарства используют препараты дигиталиса, например дигиталин, дигитоксин, дигоксин и прочие. Все они, а также некоторые другие, относятся к группе сердечных гликозидов.

## Немного химии

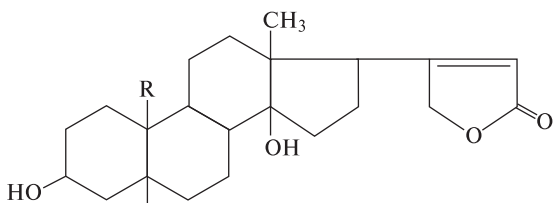
Сердечные гликозиды — вещества растительного происхождения, способные усиливать сокращения сердечной мышцы (медики скажут — «обладающие кардиотонической активностью»). Сорок пять видов растений вырабатывают около четырех сотен гликозидов! Их много, они разные, но всех их объединяет принцип построения молекулы — она всегда содержит две части: углеводную (гликон) и неуглеводную (агликон).

Гликон — это сладкий кусочек молекулы, на который нам намекает само слово «гликозид», образованное от греческого корня («сладкий»), то есть сделанный из сахара. Он может содержать от одного до пяти моносахаридных остатков, последовательно связанных между собой кислородными (эфирными) мостиками. Это могут быть остатки глюкозы и фруктозы, но чаще это особые сахара, встречающиеся только в составе сердечных гликозидов, — специфические обедненные кислородом гексозы, или дезоксигексозы.

Помимо сахаристой части (гликона) молекула гликозида содержит несладкую часть (агликон) — тот же греческий корень с частицей отрицания «а». В основе агликона сердечных гликозидов лежит стероидное ядро, химическое название которого «циклопентанпергидрофенантрен», или стеран:

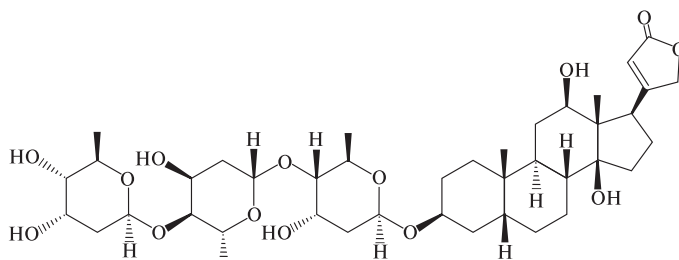


Химики скажут, что оно состоит из конденсированной системы полностью гидрированного фенантрена и цикlopentана. Та же структура образует молекулы половых гормонов и гормонов коры надпочечников, холестерина (он же холестерол), витамина D. Но, в отличие от других природных стероидов, в молекулах сердечных гликозидов цикlopentanовый фрагмент стероидного ядра связан с ненасыщенным лактонным кольцом:



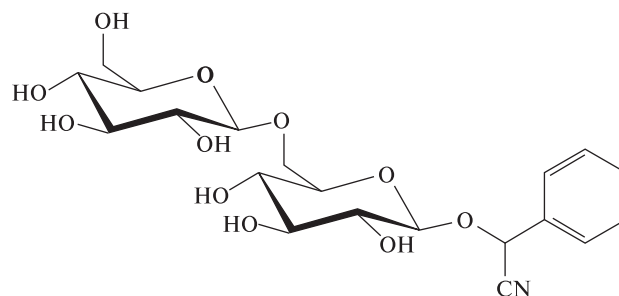
## КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

Сложное строение! Сердечные гликозиды отличаются друг от друга не только структурой сахарной части, но и функциональными группами, связанными со стероидным ядром. Вот как, к примеру, выглядит молекула дигоксина, гликозида из наперстянки:



Под действием ферментов, которые содержатся в самом растении, моносахариды постепенно отщепляются от углеводной цепи. При гидролитическом отщеплении одной молекулы моносахарида первичный гликозид превращается во вторичный. В последнюю очередь расщепляется гликозидная связь между агликоном и оставшимся моносахаридом.

Кстати, амигдалин, который уже встречался нам в рассказе о цианистом калии (см. «Химию и жизнь», 2011, № 3), был первым из гликозидов, вошедшим в науку. Но это не сердечный гликозид, его структура заметно отличается от того, что мы только что описали. Да, в молекуле амигдалина есть сахарная часть (гликон) и несладкая (агликон) — это хорошо видно на рисунке. Но в агликоне нет стероидного ядра и лактонного кольца:



Поэтому при его гидролизе в конечном счете образуются глюкоза, бензальдегид и ядовитая синильная кислота. Вот почему амигдалин относится к цианогенным гликозидам.

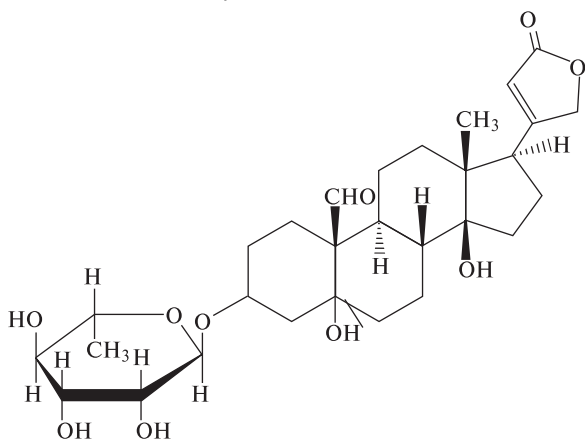
Правда, еще раньше амигдалина из листьев наперстянки была выделена смесь гликозидов, получившая название «дигиталин», но тогда его ошибочно сочли за алкалоид. В начале XIX века полагали, что горькие вещества, вырабатываемые растениями, непременно должны быть алкалоидами. Однако это совсем другая группа веществ — азотсодержащие органические соединения, как правило, гетероциклические, к числу которых относятся морфин, кофеин, кокаин, стрихнин, хинин и никотин.

## Немного ботаники

Но хватит ходить вокруг да около — пора назвать сердечные гликозиды поименно. Эти вещества получают из растений: из уже упомянутой наперстянки, ландыша, горицвета весеннего, лианы строфанта и других, менее известных широкой публике. И название гликозида обычно связано с названием того растения, из которого он получен. Причем каждое из этих растений содержит несколько гликозидов, различающихся обычно строением гликона. В медицинских целях часто используют настойки и экстракты, которые содержат природную смесь этих веществ, не разделенную на компоненты — так называемые галеновые препараты.

Жителю средней полосы России из лекарственных растений кардиотонического действия лучше всего известен ландыш майский *Convallaria majalis*. Из цветов и листьев ландыша выделили несколько сердечных гликозидов. Их названия, как правило, образованы от латинского имени ландыша (конваллятоксин, конваллязид и др.).

В народной медицине препараты ландыша известны еще со Средних веков, а то и раньше, однако официальная медицина заинтересовалась этим растением лишь в конце XIX века. Первый из сердечных гликозидов ландыша, выделенный из цветков в 1929 году, конваллятоксин, оказался и самым биологически активным среди них:



По действию он подобен строфантину, о котором речь впереди. И строфантин, и конваллятоксин — препараты быстрого действия. Правда, гликозид ландыша помимо кардиотонического действия еще и успокаивает центральную нервную систему. При введении его в вену целительный эффект наступает через 5—10 минут и продолжается до 22 часов. Остальные гликозиды ландыша в индивидуальном виде не выделяют. Из природного сырья получают препарат коргликон, содержащий смесь гликозидов ландыша, в числе которых и конваллятоксин.

Интересный факт: на одном из портретов Николая Коперника он изображен с букетиком ландышей в руке. Это не случайно: Коперника, прославленного астронома, современники знали и как врача, а ландыш был символом врачебного искусства. Пишут также, что любителем ландыша был Дмитрий Иванович Менделеев! (Подробнее о ландыше можно прочитать в «Химии и жизни» № 5 за 1971 год.)

Другой растительный источник сердечных гликозидов — горицвет весенний (*Adonis vernalis*). Его гликозиды по действию похожи на препараты дигиталиса, но менее активны. В то же время, подобно препаратам ландыша, они успокаивающе действуют на центральную нервную систему. Галеновые препараты адониса применяют при легких формах сердечной недостаточности, настой горицвета весеннего входит в состав успокоительной микстуры Бехтерева.

Авторы детективов никогда не обращаются в своих произведениях к помощи гликозидов горицвета: слишком слабое действие. Да и ландыш тоже редкий герой, хотя и сильно ядовит,

о чем нелишне помнить. Описывают, например, случай, когда пятилетний ребенок насмерть отравился, случайно выпив из стакана воду, в которой ранее стоял букет ландышей. Но мы оставим ландыш и горицвет и обратимся к растениям, которые обогатили не только ассортимент кардиотонических средств, но и детективные романы. Их два: наперстянка и строфант.

Наперстянка получила свое русское название из-за формы цветка, напоминающего наперсток. На одном стебле в ряд расположено множество колокольчиков-«наперстков» — чем выше сидит цветок, тем он меньше. Латинское название наперстянки (*Digitalis*) имеет то же значение (*digitus* — палец, *digitabulum* — наперсток). В английском языке это растение называется *foxglove* («лисыя перчатка»). Скорее всего, это трансформация ее старинного названия *Little Folk's glove*, что означает «перчатка малого народца», то есть сказочных лесных обитателей фейри, к которым относятся феи, эльфы и другие мифологические персонажи. Но есть и другие народные английские названия наперстянки, указывающие на ее коварный нрав: «перчатки ведьмы» (*witch's gloves*) и «колокольчики мертвеца» (*dead man's bells*).

Цветки-колокольчики могут быть по-разному окрашены в зависимости от вида наперстянки: белые, пурпурные, желтые, фиолетовые бубенчики, пятнистые внутри. Наиболее популярны наперстянка пурпурная (*Digitalis purpurea*), произрастающая в странах Западной и Центральной Европы, и наперстянка шерстистая (*Digitalis lanata*), которая чаще встречается на Балканах и в Закарпатье. Изучены 37 разновидностей наперстянки, из которых выделено более десятка сердечных гликозидов.

Основные гликозиды наперстянки пурпурной называют пурпуреагликозидами. Это первичные гликозиды. При сушке и хранении растительного сырья происходит ферментный гидролиз, в результате которого глюкоза очень легко отщепляется от молекулы первичного гликозида. При этом образуются более стойкие вторичные гликозиды. Из пурпуреагликозида А образуется вторичный гликозид дигитоксин. Из первичного гликозида наперстянки шерстистой ланатозида С получается вторичный гликозид дигоксин. Дигитоксин и дигоксин — самые важные гликозиды наперстянки, действующее начало ее лекарственных препаратов. Они же чаще всего фигурируют в детективах.

Первое описание наперстянки дал немецкий ботаник и врач Леонхарт Фукс в травнике 1543 года, назвав ее *Digitalis* по форме цветка. Кстати, имя самого Фукса получил цветок фуксия. За красоту наперстянку называют иногда королевой ядовитых цветов, хотя еще более ядовитые аконит и дельфиниум тоже весьма эффективны. Садоводы культивируют это растение, истинное украшение клумбы и букета.

Соседство на грядках ядовитого дигиталиса с зеленью, употребляемой в пищу, натолкнуло Агату Кристи на сюжетный ход, который она использовала в своих произведениях дважды. Вот что миссис Бантри, героиня рассказа «Трава смерти», рассказывает в компании мисс Марпл об одном трагическом происшествии: «Мы с Артуром гостили у сэра Эмброза Берси в Клоддерхэм-Корте. Однажды вечером на ужин подавали утку с шалфеем. Ну и оказалось, что вместе с шалфеем нарвали листья наперстянки. Совершенно неприятная оплошность! Ну вот: вскоре всем стало плохо, а одна девушка, подопечная сэра Эмброза, даже умерла».

У доктора Ллойда, однако, гипотеза случайного отравления вызвала сомнения: «Основной компонент наперстянки — дигиталис — воздействует на сердце. Так, при некоторых формах сердечной недостаточности это лекарство просто незаменимо. Вместе с тем очень странный случай. Не могу поверить, что листья наперстянки могли привести к летальному исходу. Ее плоды и листья далеко не так ядовиты. Хотя если предварительно извлечь в чистом виде активное вещество...» Стоит ли сомневаться, что мисс Марпл разгадала криминальную загадку?

Злоумышленник использовал листья наперстянки для маскировки отравления чистым препаратом дигиталиса, как объяснила мисс Марпл: «При общей для всех картине недомогания вряд ли кто догадается, что девушка получила смертельную дозу настойки дигиталиса или подобного ему снадобья. Дигиталин мог быть подмешан в коктейль, в кофе — да куда угодно!» Кто оказался хитрым убийцей, рассказывать не будем.

А вот диалог из романа «Врата судьбы», последнего произведения Агаты Кристи, в котором рассказывается о приключениях супругов Томми и Таппенс Бересфорд:

«— И она умерла — кстати, от чего?»

— Кто-то случайно принес из сада вместе со шпинатом несколько листьев наперстянки, и они их съели. Учтите, это само по себе еще не смертельно.

— Да, — сказал мистер Робинсон, — этого недостаточно. Но если затем подлить большую дозу алкалоида дигиталина в кофе, который достанется Мэри Джордан, или раньше в коктейль, тогда смерть сочтут результатом отравления наперстянкой и, следовательно, несчастным случаем».

Схема та же самая, и яд тот же. Кстати, он ошибочно назван алкалоидом, что для 1973 года, когда был опубликован роман, уже анахронизм. Хотя полученный в 1824 году препарат наперстянки, названный «дигиталин», и считали алкалоидом, но уже в середине XIX века была установлена особая гликозидная природа биологически активных веществ наперстянки. Правда, в толковых словарях и 1910, и 1912 года дигиталин по старинке продолжали именовать алкалоидом. Впрочем, от фармацевтической практики Агата Кристи ко времени создания романа уже давно отошла. Простим ей эту мелкую ошибку!

Еще один источник мощного кардиотонического лекарства — африканская тропическая древовидная лиана строфант. Некоторые из ее видов содержат сердечные гликозиды. Наиболее популярен строфант Комбе (*Strophanthus kombe*), из семян которого выделяют строфантин К. Из строфанта приятного (*Strophanthus gratus*) получают строфантин G, иначе оубаин или уабаин. Он в два-три раза активнее гликозидов наперстянки, а по скорости действия похож на гликозиды ландыша. Как и конваллятоксин, строфантин вводят внутривенно, он начинает действовать через несколько минут, и продолжается действие до двух суток. Из-за красоты цветков строфанты культивируют в качестве комнатных растений. Особенно любят строфант приятный из-за нежного запаха, напоминающего запах розы.

## Немного истории

В народной медицине Западной Европы наперстянку применяли для лечения водянки еще в XI веке. С 1722 года наперстянку начали включать в европейские фармакопеи как слабительное. Но в дальнейшем от нее отказались из-за случаев отравления. В 1775 году английский врач Уильям Уизеринг, или Уайтеринг (*Withering*), узнал об излечении одной из своих пожилых пациенток от водянки с помощью чая из целебных трав. Женщину вылечила шропширская знахарка, державшая свое семейное снадобье в секрете. Доктору Уизерингу удалось раздобыть рецепт. Смесь состояла из двадцати трав, среди которых была и наперстянка. Будучи неплохим ботаником, доктор Уизеринг сосредоточил свое внимание именно на этом растении. Он начал исследовать, как влияет наперстянка на организм больных водянкой. Но отеки у пациентов проходили не всегда. Доктор не знал, что препараты наперстянки работают диуретиками только в том случае, если отеки вызваны сердечной недостаточностью, и не помогают при заболеваниях почек.

Исследования продолжались десять лет, после чего были опубликованы результаты. Доктор Уизеринг установил, что для лечения нужно брать маленькие дозы наперстянки. Многие из коллег Уизеринга не обратили внимания на эту



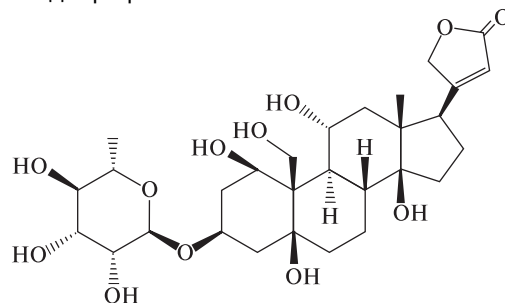
рекомендацию, используя те дозы, которые ранее применяли в качестве слабительного. Это приводило к отравлениям, и медицинский мир разочаровался в наперстянке.

Только в XIX веке медики вернулись к забытым рецептам. В 1847 году немецкий врач Людвиг Траубе исследовал действие наперстянки и установил, что в малых дозах она нормализует деятельность сердца, а в больших приводит к параличу. Исследователи много раз пытались выделить из травы наперстянки действующее начало — «дигиталин». Получить индивидуальные вещества долго не удавалось. Но не получалось. А смеси гликозидов наперстянки под названием «дигиталин» в XIX веке использовали как в лечебных, так и в преступных целях.

Лишь в 1869 году из наперстянки пурпурной удалось получить относительно чистый гликозид дигитоксин. Потом из наперстянки шерстистой выделили дигоксин, ныне самый популярный препарат дигиталиса, и о дигиталине постепенно забыли. Медицинские препараты наперстянки в XX веке были настолько широко применимы, что даже фигурировали в 1938 году в обвинительном приговоре «врачам-отравителям»: «Вредительски применяя как будто допустимые лечебные средства дигален и дигиталис, они добились умерщвления лучших сынов нашей родины».

История открытия гликозидов строфанта еще интереснее. Английский врач Кирк в середине XIX века во время путешествия с экспедицией Дэвида Ливингстона по Африке познакомился с аборигенами, которые смазывали свои стрелы ядом, полученным из семян лианы строфанта. Кирк собрал образцы семян в полевую сумку. Позже он пересыпал семена из сумки в специальный ящик, а в сумку положил разные мелкие предметы, и среди них зубную щетку. Когда Кирк стал чистить зубы этой щеткой, он почувствовал учащение пульса. Это явление повторялось всякий раз, как он приступал к чистке зубов. И врач догадался, что яд строфанта в малых количествах оказывает кардиотоническое действие.

В 1865 году профессор петербургской Медико-хирургической академии Е.В.Пеликан исследовал яд строфанта и его действие на сердце. В 1872 году из семян был выделен гликозид строфантин:



## Немного медицины

Каково бы ни было происхождение сердечных гликозидов, на организм они действуют сходным образом. И всё потому, что все эти вещества содержат агликон со стероидным скелетом.

Однако не любой стероид обладает кардиотоническим действием. Решающее значение имеет ненасыщенное лактонное кольцо, с которым соединяется в молекуле сердечного гликозида стероидное ядро (см. главу «Немного химии»). Отсутствие лактонного кольца или изменения в его структуре лишают вещество характерного сердечного действия.

Похожую структуру имеют некоторые соединения, входящие в состав яда жаб. Благодаря этому буфотоксин (лат. *Bufo* – жаба) тоже обладает кардиостимулирующим действием, и даже более активен по сравнению с сердечными гликозидами. Шкурки жаб издавна использовала народная медицина в странах Азии. Различие между буфотоксином и большинством сердечных гликозидов — в структуре ненасыщенного лактонного кольца. У сердечных гликозидов цикл пятичленный, с одной двойной связью (на рисунке — структура слева). Такие гликозиды называются карденолидами. Гликозиды жабьего яда содержат шестичленный цикл с двумя двойными связями (структура справа). Они называются буфадиенолидами.



К буфадиенолидам относятся не только гликозиды жабьего яда, но и растительные гликозиды семейств лилейных и лютиковых.

Итак, целебное действие оказывает агликон, причем ненасыщенный лактонный цикл в его составе незаменим. Может быть, гликон, сладкий кусок молекулы, вовсе не нужен? Но, оказывается, гликозиды действуют на сердце в пять раз сильнее, чем их агликоны без углеводной части. И чем больше моносахаридных остатков в гликоне, тем мягче и продолжительнее действие гликозида.

А как, собственно, он действует? Если говорить коротко, то сердечный гликозид улучшает питание сердечной мышцы (миокарда), усиливает ее сокращение (систола), удлиняет период расслабления сердца (диастолу), понижает возбудимость проводящей системы сердца, замедляет ритм сердечных сокращений. Подобный эффект производят терапевтические дозы гликозидов при сердечной недостаточности — на здоровое сердце такие дозы не повлияют.

Механизм их действия сложен и не до конца изучен. Полагают, что мишень сердечных гликозидов — фермент АТФаза, с помощью которого расщепляется АТФ и высвобождается энергия, необходимая для сокращения миокарда. В результате систола становится более мощной, но относительные затраты кислорода и глюкозы уменьшаются. Сердце работает более экономно, повышается его КПД. За единицу времени оно начинает перекачивать больше крови, поэтому уменьшается застой крови, усиливается диурез (мочеотделение), исчезают отеки. Теперь понятно, почему знахарка из Шропшира лечила водянку травой наперстянки.

Вот как пишет о действии препаратов наперстянки американский кардиолог Бернард Лаун в своей книге «Утерянное искусство врачевания»: «Наперстянка стала одним из главных кардиосредств не случайно. Прежде всего она способствует укреплению сердечной мышцы и усиливает ее сократительную способность, что решает главнейшие проблемы при сердечной недостаточности. С ее помощью выводится излишек жидкости, скопившийся в полостях тела, пациент избавляется от избыточного, нездорового веса. Нормализуется частота сердечных сокращений, человек получает возможность передвигаться без одышки и приступов кашля. После многих тягостных ночей он может наконец спокойно заснуть, исчезает изматывающая слабость».

Важно, что сердечные гликозиды как бы открывают путь в клетки миокарда ионам кальция, которые участвуют в со-

кращении мышечных волокон. Но в то же время из клеток выводятся ионы калия. Этими фактами можно объяснить явления, которые наблюдаются при передозировке, и особенности взаимодействия сердечных гликозидов с некоторыми лекарственными препаратами.

## Немного фармакологии

О том, как была установлена зависимость между содержанием в организме калия и чувствительностью сердечной мышцы к сердечным гликозидам, увлекательно пишет Бернард Лаун. Драматическая история медицинского открытия, описанная в «Утерянном искусстве врачевания», захватывает не хуже детектива.

«Было далеко за полночь, когда в отделение, где я дежурил, привезли 30-летнюю женщину. Мисс У. весила всего 45 килограммов. Она была очень бледной, с запавшими глазами, у нее держалась высокая температура, мышечная масса полностью деградировала, а кожа обвисла на костях. У пациентки был целый «букет» болезней, развившихся вследствие анорексии и язвенного колита. Хроническая диарея отнимала у нее все жизненные силы, которые из-за хронического отсутствия аппетита практически не восстанавливались. Так как опыта у меня было ничтожно мало, я сосредоточил все внимание на учащенном сердцебиении, которое составляло 170 ударов в минуту. Первейшим средством для уменьшения частоты пульса была наперстянка».

Для начала доктор Лаун ввел пациентке внутривенно одну пятую обычной дозы препарата. «В течение пяти минут все было спокойно. Потом вдруг мисс У. начала заламывать руки и биться, словно рыба, оказавшаяся на суше. Ее лицо искажали ужасные гримасы, а рот жадно хватал воздух. Сердцебиение не замедлялось, а, напротив, учащалось. Спустя некоторое время лицо мисс У. побагровело, сердечный ритм стал хаотичным, истощенные мышцы судорожно задергались, и через восемь минут она умерла. В полном смятении я лишь беспомощно смотрел на нее, словно все происходящее было сценой убийства в фильме ужасов».

При вскрытии выяснилось, что сердце у пациентки было здоровое, а содержание ионов калия в крови было чрезвычайно низким из-за анорексии. «В отсутствие сердечного заболевания даже огромная доза препарата наперстянки не смертельна. В литературе я нашел описание случая, когда при попытке самоубийства человек принял дозу, превышающую ту, что я дал мисс У., в 200 раз, и остался жив. Тогда почему у нее произошла такая реакция?»

Этот случай подтолкнул Лауна к исследованию причины смерти. «Образ этой женщины постоянно вставал перед глазами, когда я наблюдал других пациентов с интоксикацией препаратами наперстянки. Многие из них получали строго определенную дозу препарата в течение длительного времени, однако интоксикация наступала лишь тогда, когда им дополнительно назначали мочегонные средства. На фоне обильного мочеиспускания пациентов мучили тошнота, рвота, головокружение и слабость. Сердцебиение становилось учащенным, с всплесками желудочковых экстрасистол. У пожилых пациентов это состояние было особенно серьезным и иногда грозило смертью». Бернард Лаун пришел к выводу, что диуретики вымывают из организма ионы калия, из-за чего действие сердечных гликозидов усиливается. Причина этого нам уже известна. Теперь врачи учитывают связь между содержанием ионов калия и кальция в организме и дозой сердечного гликозида. Препараты кальция усиливают действие этих лекарств, а препараты калия — ослабляют. Если одновременно с приемом сердечных гликозидов необходимы мочегонные средства, выбор врача падает на калийсберегающие диуретики.

При использовании сердечных гликозидов врачи сталкиваются и с другими проблемами. Главная из них — низкий тера-

печетивский индекс этих лекарств. В медицинский обиход эту величину ввел в 1913 году прославленный немецкий бактериолог Пауль Эрлих, лауреат Нобелевской премии по медицине 1908 года. Терапевтический индекс вычисляется как отношение средней летальной дозы (знаменитая  $LD_{50}$ ) к средней эффективной дозе  $ED_{50}$ , которая вызывает терапевтический эффект у 50% испытуемых животных. Иными словами, это соотношение «риск — польза» у сердечных гликозидов терапевтический индекс меньше 10 (у дигоксина в пределах 2–3, а у дигитоксина и того меньше). Это означает, что в ходе лечения требуется ювелирно подбирать дозировку препарата, чтобы не вызвать отравления.

Наоборот, для тех, кто желает вызвать отравление, гликозиды наперстянки и строфанта весьма заманчивы. «Мышьяк, цианид, стрихнин — ни один из них не вызывает симптомов, которые опытный медик мог бы ошибочно списать на сердечный приступ, — объясняет Жаклин Кирби, героиня книги Элизабет Питерс. — Отсюда я заключила, что убить собирались именно Дюбретту. Ведь если от сердечного приступа вдруг скончалась бы молодая и здоровая мисс Валентайн, непременно провели бы вскрытие. А то, что о больном сердце Дюбретты знали все, сводило на нет вероятность сомнений и кривотолков». И далее рассуждает: «Дюбретта принимала дигиталис в виде препарата под названием «дигитоксин» — самый ядовитый из дигиталисной группы. Многие лекарства становятся смертоносными ядами в случае нарушения дозировки. В учебнике по фармакологии, которым я воспользовалась, — Жаклин достала из сумки увесистую книгу и взмахнула, словно дубинкой, — особенно настойчиво говорится о точности дозировки дигиталисных препаратов. Словом, пара таблеток сверх обычной нормы могли убить Дюбретту».

Еще одна опасная особенность некоторых сердечных гликозидов — способность накапливаться в организме. Это может вызвать гликозидное отравление даже небольшой дозой препарата, если до этого больной долгое время принимал сердечный гликозид. Об этом пишет Агата Кристи в романе «Свидание со смертью». Пуаро расследует внезапную смерть несносной старухи миссис Бойнтон:

«— Если не ошибаюсь, миссис Бойнтон принимала микстуру, которая содержит дигиталин?»

— Да, — осторожно сказала Надин.

— Это от сердца?»

— Да.

— Говорят, дигиталин имеет свойство накапливаться в организме — если его долго принимать.

— По-моему, да. Я плохо в этом разбираюсь.

— В таком случае, если миссис Бойнтон приняла вдруг большую дозу дигиталина...

Она прервала его быстро и решительно:

— Этого не может быть. Миссис Бойнтон всегда была очень осторожной. И я тоже — когда мне приходилось отмерять ей нужную дозу».

Однако миссис Бойнтон умерла именно от высокой дозы дигитоксина, который пропал из аптечки. А чьих рук было это дело, Пуаро в конце концов выяснил.

Способность к кумуляции зависит от полярности молекулы гликозида, а именно от количества полярных — карбонильных и гидроксильных — групп в агликонах. Наиболее полярны молекулы строфантина и конваллятоксина, в агликоне которых содержится по четыре полярные группы. Полярные сердечные гликозиды слабо связываются с белками крови, быстро удаляются из организма в основном почками в неизменном виде. За сутки выводится до 60% строфантина и конваллятоксина, из-за этого они почти не накапливаются.

Дигитоксин обладает наименьшей полярностью (две полярные группы). Он липофилен, поэтому хорошо усваивается через желудочно-кишечный тракт и назначается в виде таблеток. Более 90% его прочно связывается белками крови, поэтому дигитоксин действует медленнее и дольше

остальных сердечных гликозидов, но больше накапливается в организме. Период полувыведения его из организма составляет 160 часов. Даже после прекращения приема препарата терапевтический эффект дигитоксина сохраняется еще две-три недели.

Дигоксин, в составе молекулы которого три полярные группы, занимает по свойствам промежуточное положение между строфантином и дигитоксином.

Как видим, случайная (или неслучайная) передозировка сердечных гликозидов может вызвать отравление. Это бывает часто, поскольку терапевтическая доза сердечных гликозидов составляет всего 60% от токсической (низкий терапевтический индекс). Авторы детективов неплохо изучили симптомы гликозидной интоксикации. Во-первых, это общие симптомы отравления: сначала потеря аппетита, затем тошнота, рвота. Потом появляются нарушения ритма сердца: брадикардия (редкий пульс), мерцательная аритмия (сердцебиение с нерегулярным интервалом), экстрасистолия (внеочередное сокращение сердца). Довольно часто проявляются неврологические симптомы: бессонница, спутанное сознание, галлюцинации, «дигиталисный делирий».

Особенно нравится писателям-детективщикам симптом нарушения цветового восприятия: при острой дигиталисной интоксикации окружающий мир видится в желтом, зеленом, реже голубом цвете. Этот симптом фигурирует во многих детективных произведениях. Еще бы, пронизательный детектив непременно свяжет бессвязные (чтобы никто посторонний не догадался) жалобы будущего покойника на странные видения с причиной смерти. Вот и Жаклин Кирби, вооруженная учебником фармакологии, догадалась, что таблетки препарата наперстянки убийца взял у Лори, которая тоже погибла вслед за Дюбреттой: «Об этом тоже написано в учебнике. Дигиталис — эффективное мочегонное средство, а значит, вызывает потерю веса. Несколько человек умерли, применяя его именно с этой целью». Правда, если Лори не страдала сердечной недостаточностью, дигиталис, как мы знаем, ей бы не помог. Но Лори этого уже не узнает... А Жаклин продолжает: «И симптомы отравления дигиталисом — при передозировке — в точности совпадают с теми, что наблюдались у Лори. Тошнота, рвота, апатия, помутнение сознания, бред, галлюцинации, а главное — нарушение зрения, при котором все кажется желтым. — Жаклин посмотрела на Бетси. — Ты говорила, что Лори, обзывая тебя, то и дело поминала желтый цвет. А ее ссылка на царя Мидаса, превращающего все в золото... Как-то Лори сказала, что пытается соблюдать диету». Чувствуется, что Элизабет Питерс, как и ее героиня Жаклин Кирби, внимательно изучила учебник фармакологии. Кстати, и загадочное «голу.. глю...», которое перед смертью удивленно прошептала Дюбретта, Жаклин расценила как жалобу на голубую окраску окружающего мира, возникшую в результате дигиталисной интоксикации.

Но это вымышленные персонажи. А как вам понравится диагноз гликозидной интоксикации, заочно и посмертно поставленный реальному историческому лицу — Винсенту Ван Гогу. Известно, что в своих полотнах он использовал много желтой краски (об этом уже говорилось в рассказе «Криминальный пигмент», «Химия и жизнь», 2011, № 5). В некоторых публикациях пристрасти Ван Гога к желтому цвету связывают с курсом лечения препаратами наперстянки, который он проходил в последние годы жизни. Его лечащий врач, Поль Фердинанд Гаше, портреты которого Ван Гог писал незадолго до смерти, на двух портретах изображен с цветком наперстянки в руке. Видимо, популярные в конце девятнадцатого века препараты дигиталиса сделали цветок наперстянки таким же символом врачебного искусства, каким был ландыш в веке шестнадцатом. Символично, что оба растения — источники сердечных гликозидов! А относительно привязанности Ван Гога к желтой части спектра существует и другая версия:



нарушение цветовосприятия приписывают действию туйона. Он содержится в полыни и переходит в полынную настойку — абсент, к которому Ван Гог питал пристрастие.

## И наконец, немного криминалистики

Казалось бы, какое отношение имеет сердечное лекарство к детективным историям? На этот вопрос ответ у нас уже практически готов. Мы помним слова Парацельса: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным». А поскольку лекарство несложно приобрести в аптеке, авторы детективных романов нередко избирают его орудием убийства. К тому же отравление лекарством легче выдать за случайную передозировку. Вот как объясняет выбор орудия убийства в ироническом детективе «Напиши мне про любовь» американская писательница Элизабет Питерс: «Одна из проблем, встающих перед отравителем, — как раздобыть яд. Нельзя же ворваться в аптеку и стянуть фунт мышьяка. И вообще, на любой потенциально опасный препарат требуется рецепт врача. Понимаю, что первитин, амфетамин и иже с ними можно купить на каждом углу, но, во-первых, как я уже говорила, симптомы, вызываемые этими веществами, никак не вписываются в диагноз «сердечный приступ», а кроме того, уличные наркоторговцы с подозрением относятся к чужакам, и сообщники из них ненадежные. Обычному человеку среднего возраста — а именно к этой категории принадлежит большинство моих подозреваемых — не так-то просто разжиться запрещенными препаратами». Конечно, ядовитые медикаменты подлежат строгому учету и продаются по особым рецептам, но тут уж писателю помогает его фантазия. Например, убийца, придуманный Элизабет Питерс, раздобыл ядовитое лекарство у девушки, которая регулярно это лекарство употребляла.

Итак, лекарство порой тоже может послужить преступным целям. Сердечные гликозиды в этом смысле весьма перспективны: они имеют, как нам уже известно, низкий терапевтический индекс. Правда, строфантин и дигитоксин относятся к группе хранения А, то есть подлежат строгому учету и не могут продаваться без рецепта. Но если преступление замыслил врач... Как, например, в детективе Эда Макбейна «На глазах у сорока миллионов». Детективы Карелла и Мейер расследуют причины смерти шоумена Стэна Джиффорда в прямом эфире. У жертвы нашли строфантин — в кишечнике. И это не ошибка писателя — Эд Макбейн прекрасно ориентируется в вопросах применения сердечных гликозидов. Способ отравления призван заморочить голову: как Стэн умудрился проглотить быстродействующий гликозид, если все время находился на глазах у сорока миллионов зрителей? Но сотрудники 87-го полицейского участка блестяще разгадали замысел преступников.

Есть еще множество детективов, в которых фигурируют дигитоксин, дигоксин и строфантин. А известны ли реальные преступления, совершенные с помощью сердечных гликозидов?

Юрген Торвальд в «Веке криминалистики» рассказывает о расследовании причин смерти молодой вдовы Юлии де Пов, происшедшей в ноябре 1863 года в Париже. Вкратце история такова: молодая вдова по совету своего врача и друга,

доктора Кути де ля Поммерэ, застраховала свою жизнь на крупную сумму, завещав ее этому самому доктору, который должен был позаботиться о ее детях. Спрашивается, зачем молодой женщине страховать свою жизнь? Оказывается, доктор де ля Поммерэ посоветовал ей поправить материальное положение, пошатнувшееся после смерти мужа, с помощью страховых компаний. Застраховавшись, вдова де Пов должна была симулировать опасное заболевание, и тогда страховые компании предпочтут выплачивать ей пожизненное содержание, дожидаясь ее смерти. Юлия де Пов последовала совету, застраховалась, а вскоре все-таки умерла. Перед смертью несчастная испытывала боль в желудке, рвоту, из-за чего заболевание можно было принять за холеру, но также и сильное, прерывающееся сердцебиение.

Расследование началось после анонимного письма шефу парижской полиции. Полиция выяснила, что выгоду от смерти приобретает доктор де ля Поммерэ. Сестра покойной рассказала шефу полиции Клоду о махинации со страховкой, и Клод принял решение эксгумировать труп и подвергнуть анализу ткани. Это произошло через тринадцать дней после смерти Юлии де Пов. Тем временем провели обыск в доме доктора. Была обнаружена необычная для врача-гомеопата коллекция различных ядов, в том числе дигиталина.

Амбруаз Тардьё, которому поручили проводить анализы на токсины, не обнаружил никаких ядов из тех, которые умели определять. Правда, на вкус (!) вытяжки из тканей были необычайно горькими, что косвенно указывало на наличие яда. Однако алкалоиды, которые уже умели обнаруживать благодаря работам Жана Сервэ Стаса, найдены не были. Отчаявшись определить яд химическим путем, Амбруаз Тардьё ввел исследуемый материал в кровоток собаки. Два с половиной часа с собакой ничего не происходило, а затем началась рвота, ее покинули силы. Сердцебиение стало неровным, прерывистым. Через шесть с половиной часов пульс упал, дыхание стало неровным и прерывистым. Так продолжалось двенадцать часов, после чего собака начала приходить в себя. Тардьё понял, что вдова де Пов в самом деле была отравлена ядом, действующим на сердце.

В аптечке доктора находился дигиталин, но гораздо меньше, чем он недавно закупал. В письмах к доктору вдова упоминала о приеме дигиталина. Сопоставив факты, Тардьё ввел в кровоток другой собаки остатки дигиталина из запасов доктора, и собака умерла, испытывая те же симптомы, что и вдова де Пов. Тем временем Клод еще раз осмотрел место гибели и изъяс паркетную доску со следами рвоты жертвы. Тардьё приготовил спиртовой экстракт рвотных масс, который ввел одной из трех лягушек. Второй лягушке ввел спиртовой раствор дигиталина, а третьей — для контроля — воду. Сердца первых двух лягушек сперва начали биться медленнее, потом сердцебиение стало неритмичным, а через полчаса оба сердца остановились. Тогда Тардьё провел опыт с соскобом краски с чистой половицы, убедившись, что краска не содержит яда, и сделал заключение о смерти Юлии де Пов от отравления дигиталином. На основании этого заключения доктор де ля Поммерэ был признан виновным и приговорен к смертной казни. Это был первый в истории криминалистики случай обнаружения сердечного гликозида в теле человека, погибшего от отравления.

Современная наука позволяет обнаружить сердечные гликозиды хроматографическими методами и с помощью разнообразных цветных реакций. Есть и чисто медицинский способ установить причину смерти при отравлении сердечными гликозидами: сердце в этом случае останавливается в систоле, то есть в спазмированном состоянии. А мы будем надеяться, что нигде, кроме страниц детективов, наши читатели не встретятся с этими коварными веществами.





© Stephen Orsillo | Dreamstime.com

# Физиология обмана

Кандидат биологических наук  
**Н.Л.Резник**

*Люди отличают истинное движение от ложного. Они прекрасно понимают, когда человек действительно собирается взять ручку, чашку или монетку, а когда лишь делает вид, что берет. Тем не менее фокусники легко обманывают зрителей. Речь идет не об иллюзионистах, выходящих на публику в окружении шкафов, зеркал и ширм, а о манипуляторах, у которых только ловкость рук и, конечно, годы тренировок. Причем упражнять им приходится не только пальцы, но и некоторые области мозга.*

## Увидел, дотянулся, ухватил

Движениями фокусников заинтересовалась физиолог Кристина Кавина-Пратези. Она итальянка, выросла в деревне, получила степень в Веронском университете, стажировалась в Канаде, а затем перебралась в университет Дарема (Великобритания), на кафедру психологии, хотя область ее исследований относится скорее к физиологии высшей нервной деятельности.

Не подумайте, что Кристина со времени первого посещения цирка мучилась вопросом, куда исчезла монетка из ладони фокусника, и наконец решила лично разобраться в этом вопросе. Просто ее интересует, как мозг использует зрительную информацию для распознавания предметов и манипуляций с ними. А где манипуляции, там, конечно, и фокусники.

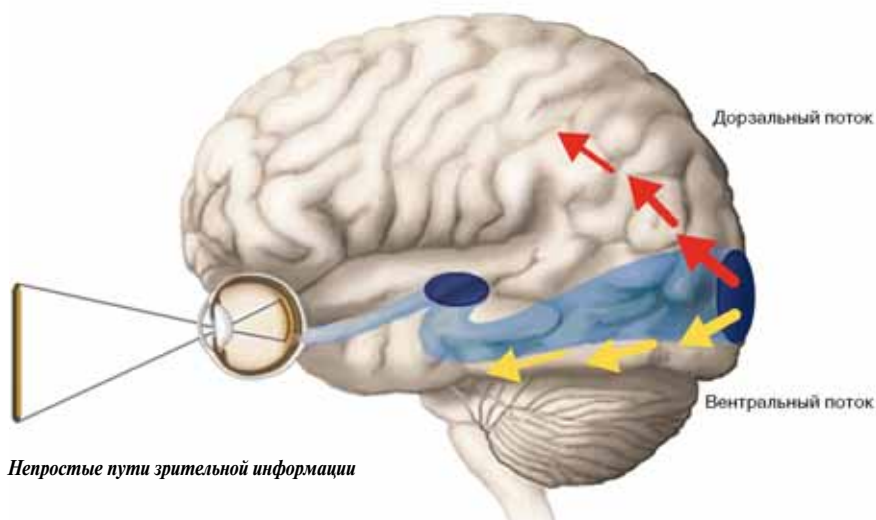
Допустим, человек собирается взять какой-то предмет. Кавина-Пратези в своих статьях обычно рассуждает не о предмете вообще, а о чашке кофе. Именно кофе, а не чая, и уж ни в коем случае не о пустой посуде. Берем, стало быть, чашку кофе. Для этого ее прежде всего нужно увидеть. Информация от сетчатки глаза непрямыми путями проходит по мозгу и попадает в его затылочную область, в зрительную кору. Оттуда нервные импульсы растекаются по двум основным направлениям: вентральному и дорзальному. Об их существовании физиологи узнали еще 30 лет назад. Вентральный поток оканчивается в нижней височной коре, где происходит распознавание зрительного стимула, то есть мы понимаем, что увидели именно чашку. С кофе. Вентральная зрительная система отвечает на вопрос «что?».



## ГИПОТЕЗЫ

Дорзальный поток нервных импульсов идет в париетальную (теменную) область коры. В этой зоне расположен «центр наведения», который устанавливает, где именно находится желанный объект и можно ли до него дотянуться. А когда мы протягиваем к чашке руку, дорзальный поток координирует ее движения. Это канал «где?» и «как?», канал действия. Вентральная система предназначена для зрительного восприятия, а дорзальная для визуального контроля за действиями.

Само взятие предмета, которое кажется нам единым движением, распадается по меньшей мере на две составляющие: протягивание руки к объекту и его захват. Причем, как установили Кристина Кавина-Пратези и ее коллеги, за эти компоненты отвечают разные зоны теменной коры. Исследователи поставили относительно простой опыт. Его участникам вместо чашки кофе предлагали фигурки сложной формы, составленные из нескольких деталей конструктора «Лего». На эти фигурки нужно было просто смотреть, или коснуться их суставами пальцев, или,



Непрямые пути зрительной информации

взяв в руку, приподнять на сантиметр и положить на прежнее место. Иногда объект лежал на некотором расстоянии от руки, и до него приходилось тянуться, а в другой серии опытов фигурку клали вплотную к ладони, и, чтобы коснуться ее, достаточно было шевельнуть пальцем. Исследователи использовали метод функциональной магнитно-резонансной томографии, с помощью которой определяли, какие районы коры активны во время каждого действия. (Прибор определял степень насыщения крови кислородом: в функционально активных участках головного мозга она выше.) Когда участники эксперимента касались суставами сжатой ладони близкой или удаленной конструкции, ученые наблюдали, какие области коры функционируют при перемещении руки к предмету. Когда же они работали с лежащей вплотную фигуркой, трогали ее или брали в руку, прибор регистрировал области, активные при захвате. И оказалось, что протягивание руки к предмету, или, как его называют исследователи, транспортный компонент, и собственно захват – независимые друг от друга действия, которыми управляют разные отделы теменной коры.

## А ну-ка, обмани!

И вот, разложив на составляющие обычное движение «взять предмет», Кавина-Пратези с коллегами из других британских университетов взялась за манипуляторов, они же престижиджигитаторы, что буквально означает «люди с очень быстрыми пальцами». Никто не делает столько ложных захватов, как они, но почему все выглядит так правдоподобно? В чем заключается их знаменитая ловкость рук? Цель первого эксперимента, который поставили исследователи, состояла в том, чтобы обнаружить разницу между настоящим и ложным движением у фокусников и обычных людей.

В исследованиях принимали участие десять престижиджигитаторов и десять контрольных субъектов (пять левшей и пять правшей, все мужчины). Обе группы выровняли по возрасту, а фокусников еще и по квалификации, то есть профессиональному стажу, количеству выступлений в год и времени ежедневных тренировок. Интересно, что даже в таком безобидном эксперименте ученые действовали в соответствии с заключением этической комиссии Даремского университета и принципами Хельсинкской декларации. Во всяком случае, они сочли необходимым упомянуть об этом в статье.

В качестве объектов манипуляции исследователи выбрали простые, но одинаково привычные (или непривычные) фокусникам и рядовым гражданам предметы: прямоугольные деревянные брусочки. Размер у них был разный, а площадь поверхности одинаковая: 5x5 см или 8,3x3 см. Такие деревяшечки брать в руку гораздо удобнее, чем чашку, к тому же нет риска пролить кофе.

Человек садился к столу, на котором в 30 см от края стола и в 10 см слева от линии середины тела для правшей и справа для левшей лежал брусок. Участников эксперимента просили взять этот брусок большим и указательным пальцами и переложить в точку, симметричную относительно средней линии. Во втором задании они должны были притвориться, что берут и перекладывают брусок, то есть сделать ложный захват в нескольких сантиметрах от объекта.

Перед началом эксперимента ведущая рука испытуемого с пальцами, собранными в щепоть, лежала на стартовой кнопке, расположенной на линии середины тела. На разглядывание бруска у человека было две секунды, затем раздавался сигнал, по которому надлежало переложить объект или сделать обманное движение. И как только

участник эксперимента поднимал руку и отпускал кнопку, закрывался специальный ставень, и человек уже не видел бруска. Такое устройство придумали для большего правдоподобия. Дело в том, что фокусники, выступая, не смотрят на руки и предметы, как не глядят на ноги хороший танцор. Они не сводят глаз с аудитории, чтобы отвлечь ее от своих манипуляций. Участники эксперимента делали по 30 настоящих и ложных перемещений, а кубики разного размера им подкладывали в случайном порядке. Движения рук исследователи записывали на видео, кроме того, на три пальца — большой, указательный и мизинец — прикрепили метки, испускающие сигнал частотой 86 Гц. Сигнал позволял регистрировать параметры движения: время, которое занимает движение руки к предмету, его максимальную скорость и время, за которое рука разгоняется до этой скорости. Анализируя фазу захвата, исследователи учитывали максимальное раскрытие ладони перед захватом и время, прошедшее до максимального раскрытия.

Кристина Кавина-Пратези и ее коллеги — отнюдь не первые, кто сравнивает движения профессиональных манипуляторов и дилетантов. Их результаты совпали с данными, которые получали раньше другие исследователи. Ложные, то есть пантомимические движения легко отличить от настоящих, потому что рука в этом случае движется медленнее, а ладонь перед захватом раскрывается не так широко, как при реальном действии.

Например, перед захватом большого брусочка расстояние между большим и указательным пальцами составляло около 120 мм, а при ложном движении — лишь 90 мм. Такое различие вполне объяснимо: когда объект отсутствует, нет необходимости приспосабливаться к его размерам. Но пальцы престижиджигитаторов всегда раскрываются так, что расстояние между ними больше размера объекта, поэтому брусочек можно удобно и надежно схватить. Для большого бруска это расстояние составляло 100—110 мм, независимо от того, какое движение выполняли фокусники, реальное или ложное. Причем движения их пальцев были выверены и одинаково точны на всем протяжении опытной серии.

Участники эксперимента работали фактически вслепую и время от времени тыкали рукой не туда. Члены контрольной группы чаще промахивались при реальном захвате, у манипуляторов доля промахов для реальных и ложных движений была сходной, причем ошибались они реже, чем обычные люди.

Итак, лучший способ обмануть — сделать по-настоящему. Но у фокусников



правдоподобной оказалась только последняя стадия движения — захват, а к предмету рука движется, как у обычных людей: при пантомиме ее скорость меньше, чем при реальном действии, когда она разгоняется до 950 мм/с. Эти результаты согласуются с уже известным нам фактом, что за транспортную и хватательную составляющие движения отвечают разные зоны теменной коры. Объективные научные данные свидетельствуют о том, что манипуляторы специально не отрабатывают скорость и траекторию движения руки к предмету, хотя большинство людей уверены в обратном. (Самых фокусников ни о чем не спрашивали.) Впрочем, исследователи, как и фокусники, тоже сосредоточили основное внимание на захвате, поэтому пока затрудняются сказать, насколько хорошо prestidigitаторы симулируют транспортный компонент.

Правдоподобно захвата оказалось вполне достаточно для того, чтобы все движение в целом выглядело убедительно. В этом эксперименте манипуляторы показали свое полное превосходство, но ведь они годами учатся притворяться, что хватают предметы, а рядовым гражданам это в новинку, к тому же им во время манипуляции не дают смотреть на брусок. И ученые несколько изменили условия опыта: пусть и фокусникам будет неудобно. Пусть они попробуют поработать не большим и указательным пальцами, а большим и мизинцем. Такую козу им обычно складывать не приходится. Однако же и это

испытание манипуляторы выдержали с честью. Их движения по-прежнему были откалиброваны, и ложный захват не отличался от настоящего.

## Нейромагия

Итак, исследователи выяснили, что обманные движения профессиональных фокусников неотличимы от настоящих, потому что имеют те же параметры. Но как манипуляторы добиваются такого результата? И тут самое время вспомнить про первый этап действия с предметом — его надо увидеть, понять, что это такое и где находится. Ученые предположили, что ложные движения неотличимы от настоящих, потому что при пантомиме манипуляторы используют зрительную информацию о реальном объекте, только представляют себе, что он находится не там, где лежит, а там, откуда его понарошку нужно взять. Хотя если предмет представлять, так, может, и смотреть на него не обязательно, а достаточно вообразить, что на этом месте лежит спичечный коробок или стоит чашка кофе? Что фокусники, чашек не видали?

Чтобы выбрать между этими вариантами, исследователи предложили третий эксперимент, в котором участники должны были совершать ложный захват предмета, отсутствующего в их поле зрения. То есть из цепочки «посмотрел — дотянулся — схватил» убрали первое звено. В этом эксперименте участвовали семь фокусников и семь обычных людей (пять правшей и два левши). Им предложили хорошо знакомые объекты известных размеров: батарейки AA, C и D. Выбор пал на батарейки, поскольку они толстенькие и их удобно брать со стола, а также потому, что они не относятся к обычному реквизиту манипуляторов. Батарейку помещали в 30 см от человека и просили ее взять, ухватив поперек большим и указательным пальцами, как в предыдущих экспериментах. При этом под каждую батарейку клали бумажку с надписью «AA», «C» или «D». Затем испытуемые должны были притвориться, что перекалывают батарейку, но самого предмета не было. Вместо него лежала только соответствующая этикетка, а батарейку предстояло вообразить. Испытания состояли из трех блоков: реального, ложного и смешанного, в котором реальные и ложные захваты чередовались случайным образом. Два первых блока состояли из 21 пробы, по 7 для каждой батарейки, а смешанный — из 30 подходов, по 5 для каждого размера. В каждом блоке батарейки чередовались случайным образом.

Оказалось, что при ложном захвате отсутствующего предмета фокусники выступили не лучше обычных людей. Их



## ГИПОТЕЗЫ

руки двигались с меньшей скоростью, и пальцы раскрывались не так широко, как прежде. Значит, prestidigitаторы могут обмануть нас ложным движением только в том случае, если хотя бы взглянут на объект манипуляции, но если он отсутствует, у них ничего не выходит.

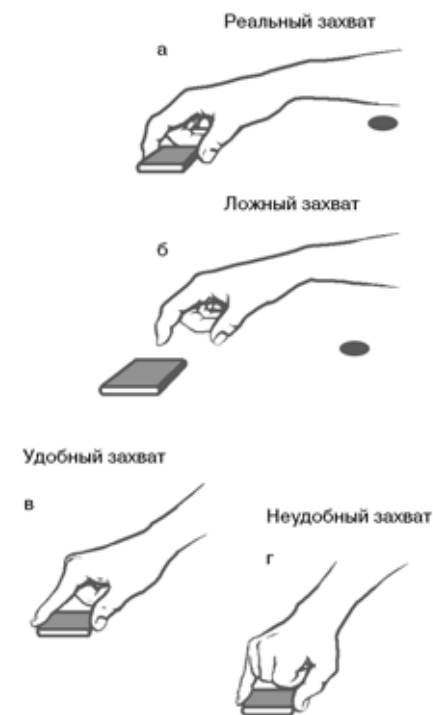
Фокусник может представить себе чашку, батарейку или деревянный брусок. Образ этот родится, видимо, в вентральной системе, ибо отвечает на вопрос «что?». Но за перемещение предмета отвечает дорзальная система «где?». Исследователи предположили, что манипуляторы умеют каким-то образом ее перенастраивать. В результате долгих тренировок затылочно-теменная область коры научилась при управлении хватательным движением использовать информацию о реальном объекте, расположенном в другом месте. Но для этого информацию необходимо иметь, иначе использовать нечего. Предмет нужно увидеть и передать сведения о нем в зрительную кору. Картины, порожденные воображением, реальность не заменяют.

Талант фокусника, следовательно, заключается в его способности использовать зрительную информацию о реальном объекте для того, чтобы правильно рассчитать ложное движение пальцев. Как развивается такая способность? Кристина Кавина-Пратези и ее коллеги надеются, что исследования с использованием соответствующих технологий позволят выявить области мозга, стимулированные при разных типах движения, и ответить на этот вопрос.

## Литература

**Cristiana Cavina-Pratesi et al.**, Functional Magnetic Resonance Imaging Reveals the Neural Substrates of Arm Transport and Grip Formation in Reach-to-Grasp Actions in Humans. «The Journal of Neuroscience», 2010, 30(31):10306 – 10323.

**Cristiana Cavina-Pratesi et al.**, The Magic Grasp: Motor Expertise in Deception. «PLoS ONE», 2011, 6(2): e16568. doi:10.1371/journal.pone.0016568



Человек берет брусок

# Вред сотового телефона: ЖДИТЕ ОТВЕТА...

МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

Дискуссия о вреде сотовых телефонов тянется не один год. Те, кто считают их безвредными, апеллируют к физике: энергия сигнала, который может поглотить человеческий организм с мобильной трубкой возле уха, столь ничтожна по сравнению с энергией теплового движения молекул, что ею можно пренебречь. К тому же излучение не зря называется неионизирующим: оно в принципе не способно разрывать связи между атомами. Их противники указывают на то, что электромагнитное загрязнение окружающей среды и, стало быть, поглощенная доза от множества источников (а в их число помимо сотовых телефонов попадают и радиотелефоны, и беспроводные сети, и базовые станции сот, и микроволновые печи) может оказаться не такой уж и малой. А, кроме того, не исключена возможность резонанса с какой-нибудь биологически важной молекулой, да и про эффекты малых доз не стоит забывать.

Несколько лет назад мы рассказывали о мнении наших исследователей, занятых проблемой безопасности неионизирующих излучений (см. «Химия и жизнь», 2007, № 4). Они отмечали, что вопрос неясен и требует тщательных долговременных опытов и наблюдений, а связистам хорошо бы предпринять усилия, чтобы снизить уровни излучения их приборов. Время идет, а меняется ли ситуация? Вот свежий документ, опубликованный европейским агентством научных новостей «АльфаГалилео». Он подготовлен 12 мая 2011 года Швейцарским национальным фондом поддержки научных исследований. Поскольку швейцарцы хорошо заботятся о здоровье своих граждан, а в производстве телефонов не замечены, полученные данные вполне можно считать независимым от бизнеса источником информации.

С 2007 года в Швейцарии действует программа NRP57, посвященная исследованию действия электромагнитных полей и неионизирующих излучений на здоровье человека. Общий результат четырехлетних усилий участников программы можно кратко сформулировать так: не установлено никаких связей между ежедневным воздействием этих излучений и ухудшением здоровья.

Участникам программы удалось доказать, что неионизирующие электромагнитные поля могут обладать биологическим действием. Так, работа на культурах клеток показала: излучение слегка увеличивает частоту разрывов нитей ДНК, однако поврежденность ДНК не становится больше (очевидно, за счет эффективной «починки» — репарации).

Было отмечено и влияние на отдельные органы. Так, группа Петера Акермана из Института фармакологии и токсикологии при Цюрихском университете обнаружила, что если человек перед сном полчаса говорил по сотовому телефону, то у него во время сна изменяется картина активности головного мозга по сравнению с контролем. Однако эти изменения никак не сказывались ни на качестве сна, ни на структуре и продолжительности разных фаз сна.

Сотрудники Швейцарского института тропиков и здравоохранения из Базеля во главе с Мартином Росли измеряли ежедневные дозы облучения у тысячи жителей этого города, и просили их заполнять опросники о состоянии здоровья и качестве жизни. Оказалось, что средний уровень излучения у участников эксперимента составляет 0,21 В/м, что гораздо ниже значения, считающегося в Швейцарии безопасным. Никакой связи между использованием сотового или радиотелефона и состоянием здоровья замечено не было, даже у тех людей, которые считали себя очень чувствительными к электромагнитному излучению.

Единственный примечательный эффект удалось обнаружить исследователям из Федерального технологического института в Цюрихе во главе с Нилом Кюстером. Они рассчитали, какую дозу получает плод на третьем, седьмом и девятом месяцах

беременности, если будущая мать ходит на работу. Оказывается, когда вокруг нее много излучающих приборов, уровень излучения может оказаться для плода небезопасным. Ученые рекомендовали правительству подработать требования к техническому оборудованию на рабочем месте, прежде всего к микроволновкам.

Можно ли сказать, что проблема безопасности мобильных телефонов решена? Нет, считают участники программы. Излучателей вокруг нас становится все больше, и поэтому необходимо продолжать наблюдения.

Примерно тогда же, когда вышел доклад швейцарцев, отечественные СМИ сообщили народу, что Всемирная организация здравоохранения признала сотовые телефоны столь же канцерогенными, как ДДТ и выхлопы автомобилей. Вот цитата с сайта [www.gazeta.ru](http://www.gazeta.ru) от 31 мая 2011 года: «Международная комиссия в составе экспертов из разных стран, проанализировав несколько десятков исследований, пришла к выводу, что использование мобильных телефонов людьми, вероятно, ведет к образованию рака головного мозга. Об этом сообщает Associated Press». А вот «Компьюлента», 4 июля 2011 года (<http://science.complenta.ru/620014/>): «Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения идет наперекор ВОЗ, утверждая, что сотовые телефоны не увеличивают риска возникновения опухолей мозга у взрослых».

Откуда берутся такие сообщения — непонятно. Вот цитата с сайта ВОЗ (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/ru/index.html>): «Самое значительное на сегодняшний день ретроспективное исследование методом «случай-контроль» среди взрослых людей под названием Интерфон, координируемое Международным агентством по изучению рака (МАИР), было предназначено для выявления связей между использованием мобильными телефонами и раком в области головы и шеи у взрослых людей. Международный общий анализ данных, собранных в 13 участвующих в исследовании странах, не показал какого-либо повышенного риска развития глиомы и менингиомы, связанного с использованием мобильными телефонами на протяжении более чем 10 лет. Есть некоторые признаки повышенного риска развития глиомы у людей, сообщающих о самом высоком показателе пользования мобильными телефонами, составляющем 10% кумулятивных часов, однако последовательной тенденции повышения риска по мере увеличения продолжительности пользования не выявлено. Исследователи пришли к выводу, что погрешности и ошибки ограничивают надежность этих заключений и не позволяют сделать причинную интерпретацию. Основываясь в значительной мере на этих данных, МАИР классифицировала радиочастотные поля как возможный канцероген для людей».

А вот цитата из статьи, опубликованной 1 июля 2011 года в журнале «Environment Health Perspectives» члена Международного комитета по защите от неионизирующих излучений, в которой проанализированы данные, лежащие в основе выводов МАИР: «Хотя остаются некоторые сомнения, накопленные и поступающие экспериментальные данные все более убедительно свидетельствуют против гипотезы, утверждающей, что мобильные телефоны могут вызывать опухоль мозга у взрослых». В качестве примера приведена статистика заболеваний глиомой у шведов: число заболевших в течение десятилетий колеблется вокруг одного и того же уровня, хотя потребление сотовых телефонов быстро растет.

Итак, «исследования продолжаются» СМИ превратили в «мобильники вызывают рак». Виноват, очевидно, «испорченный телефон».

С.Анофелес



# Московский Дом Книги

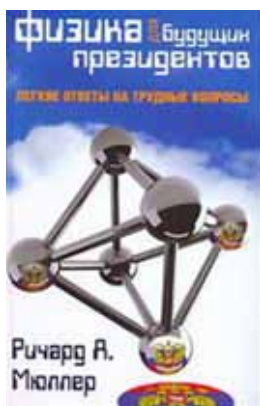
## СЕТЬ МАГАЗИНОВ

**Антон Малютин**  
Заблуждения о науке  
М., Эксмо, 2011



**М**ы все учились понемногу чему-нибудь и как-нибудь...» — эти строки до сих пор справедливы. Все мы образованные люди, и все мы очень удивляемся, когда оказывается неверным то, что мы «знали точно». В обществе бытуют сотни «научных мифов», которые заменяют собой достоверные сведения. Прочитав эту книгу, вы пересмотрите многие свои убеждения о науке и мире вокруг нас.

**Ричард А. Мюллер**  
Физика для будущих президентов  
М., АСТ, 2011



**З**ачем президенту нужно знать физику? Затем, что именно с физикой связано множество проблем, с которыми ему придется столкнуться. Физика в наши дни становится главной наукой, которая открывает двери в будущее и может подсказать ответы на вопросы, жизненно важные для целого государства, а возможно, и для всего человечества.

**Андрей Ильин**  
Книга, которая спасет вам жизнь  
М., Эксмо, 2011



**К**нига содержит основы знаний, полезных в различных экстремальных ситуациях. Автор сам был руководителем множества экспедиций, участником научных экспериментов по выживанию. В книге вы найдете описание простейших убежищ, рыболовных ловушек и охотничьих капканов, которые можно изготовить за минимальное время из подручного материала, а также рецепты приготовления съедобных растений, змей, насекомых, земноводных, приемы преодоления водных препятствий. Вы узнаете, как подать сигнал бедствия, как сориентироваться без карты и компаса и самому выйти к людям.



КНИГИ

Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов  
М., ФИЗМАТЛИТ, 2010



**В** словаре даны основные понятия и определения, принятые в сфере нанотехнологий. Основу словаря составили термины, наиболее часто встречающиеся в проектах, представленных на экспертизу в ГК «Роснанотех» в 2007—2010 годах. Кроме того, словарь содержит ряд терминов, не имеющих прямого отношения к нанотехнологиям, но полезных для понимания природы процессов, происходящих в наномасштабе. Словарь адресован широкому кругу читателей: научным работникам, технологам, а также студентам профильных учебных заведений.

**Фолькер Арцт**  
Умные растения. Как они приманивают и обманывают, предупреждают собратьев, защищаются и зовут на помощь, когда оказываются в опасности  
М., ЛомоносовЪ, 2011



**Р**астения вынуждены ежедневно решать многие чисто человеческие проблемы. Чтобы расти, им нужно хорошо питаться, защищаться от агрессоров и конкурентов, искать партнера, а впоследствии — заботиться о потомстве. Но как растения справляются с такими сложными задачами? Новейшие открытия демонстрируют, что у растений есть и аналог нервной системы, и подобие мускулатуры, и даже нечто вроде мозга! Книга немецкого физика, писателя и телеведущего Фолькера Арцта наглядно и увлекательно рассказывает о том, как цветы, травы, кусты и деревья придумывают все новые решения своих повседневных проблем.

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



# Прочность через разрушение

Доктор химических наук  
**Генрих Эрлих**

Ажиотаж вокруг нанотехнологий потихонечку остывает. И в самом деле — сколько можно? Однако от тех жарких дискуссий и споров, что не утихали в последние годы, есть очевидная польза. Наконец пришло понимание, что нанотехнологии — это междисциплинарная область науки и технологий, где сходятся интересы химии, физики и биологии. И возможно, главная миссия нанотехнологий заключается в том, чтобы объединить столь сильно разошедшиеся естественные науки и вернуть нам целостную картину мира.

Но в этой модной истории остается еще многое, требующее прояснения. К примеру, ответ на вопрос, откуда они взялись. Книжки и брошюры на эту тему, изданные сегодня в небывалом

количестве, первым делом адресуют нас к Адаму — Ричарду Фейнману. Выступил он на предновогоднем ужине Американского физического общества, и все вдруг прозрели: внизу, оказывается, полным-полно места. В науке такое иногда бывает, но нанотехнологии — явно не тот случай. Ведь наноразмерными объектами, как понятно любому грамотному химику, ученые занимались и сто, и двести лет назад.

За разъяснениями мы обратились к постоянному автору нашего журнала доктору химических наук Г.В. Эрлиху, который как раз готовит к изданию в издательстве «Колибри» книгу по истории нанотехнологий. В предоставленных им материалах мы нашли множество рассказов о великих ученых прошлого, химиках, физиках и биологах, благодаря работам которых стал возможным очередной эволюционный этап в развитии науки под названием «нанотехнологии». Для первой публикации мы попросили подготовить рассказ о Петре Александровиче Ребиндере, который, помимо всего прочего, был членом редколлегии нашего журнала.

Если уж мы заговорили об апостолах нанотехнологий, то нам никак не миновать нашего соотечественника академика Петра Александровича Ребиндера (1898–1972). Не будет большим преувеличением сказать, что все его научные работы имеют самое непосредственное отношение к нанотехнологиям. Он изучал золи — коллоидные растворы твердых частиц нанометрового размера и образование из них ажурных объемных структур — гелей, он исследовал растворы полимеров и белков, и все это в привязке к промышленности, с доведением фундаментальных исследований до технологий. Во многих современных пищевых продуктах можно обнаружить «ребиндеровский след» — в мороженом, шоколаде, желе, маргарине и растворимом кофе. Все они содержат нанобъекты или обладают наноструктурой, и что такое процесс их производства, как не нанотехнологии?

Эта небольшая зарисовка посвящается не только знаменитому эффекту Ребиндера, но и выдающемуся ученому, сделавшему открытие, без которого нанотехнологии немислимы.

## Этого не может быть!

«Что такое эффект Ребиндера?» — выкрикнул нетерпеливый студент на одной из первых лекций курса, который читал знаменитый академик. Петр Александрович был готов к этому вопросу — нетерпеливые всегда находились в аудитории. Он дал знак ассистентам, и они тут же вынесли и поставили на стол лектора кристаллизатор — невысокий стеклянный цилиндр диаметром около полуметра и бадью с литром ртути, чуть меньше 15 кг. Ртуть вылили в кристаллизатор, а на ее плотный блестящий слой сверху налили воду из-под крана, в которой растворили щепотку какого-то вещества. П.А.Ребиндер взял стеклянную палочку и, легким движением проведя ею по слою ртути, разрезал его пополам. «Вот это и есть эффект Ребиндера», — сказал он.

Эффект был потрясающий! Студенты замороженно смотрели на слой ртути, который рассекал явно видимый разрез. Этого не может быть! Не знаю как вы, а мы в детстве любили играть с капельками ртути, гоняя их туда-сюда или натирая ими двухкопеечную монетку и превращая ее в десятикопеечную. Весь наш опыт говорил, что капельки ртути при соприкосновении сливаются в большую каплю, в этом проявляется действие сил поверхностного натяжения. А тут они лежали вплотную друг к другу — и не сливались.

А Ребиндер между тем наносил палочкой новые разрезы, рисовал разные фигуры, а затем, слегка покачивая кристаллизатор, заставлял эти разрезы менять форму, превращаться в идеальные прямые линии и окружности, соприкасаться с образованием причудливых фигур, похожих очертаниями на мыльную пену. Затем следовали легкие удары стеклянной палочкой, и разрезы смыкались. Следует сказать, что этот опыт заворачивал не только студентов. Его засняли на киноплёнку и продемонстрировали фильм на Международной научно-технической выставке в Брюсселе в 1958 году. Это был фурор.

Об этом эффекте, который тогда еще не получил имя своего открывателя, П.А.Ребиндер впервые доложил в августе 1928 года на VI съезде русских физиков, без преувеличения историческом. Он открылся в Москве и продолжился на пароходе, плывшем по маршруту Нижний Новгород — Казань — Саратов. На нем присутствовало множество иностранных гостей: Макс Борн (лауреат Нобелевской премии по физике 1954 года), Леон Бриллюэн, Петер Дебай (лауреат Нобелевской премии по химии 1936 года и иностранный член АН СССР с 1924 года), Поль Дирак (лауреат Нобелевской премии по физике 1933 года и иностранный член АН СССР с 1931 года), физик Чарльз Дарвин, внук великого деда, Гилберт Льюис (с 1942 года почетный член АН СССР) и другие. С нашей стороны выступали будущие нобелевские лауреаты С.И.Вавилов,



## НАНОТЕХНОЛОГИИ

Л.Д.Ландау и Н.Н.Семенов (с сообщением о первых результатах изучения механизма цепных реакций), Л.И.Мандельштам рассказал об открытии эффекта комбинационного рассеяния света, а Лев Термен продемонстрировал возможность передачи движущегося изображения по проводам — прообраз телевидения. Вот перед такой аудиторией предстояло выступить П.А.Ребиндеру, молодому тридцатилетнему ученому, выходцу из знаменитого рода Ребиндеров...

## Знаменитая фамилия

В 1969 году П.А.Ребиндера вместе с президентом Академии наук СССР М.В.Келдышем пригласили на празднование 50-летия Шведской королевской академии инженерных наук. Там ему торжественно преподнесли книгу с генеалогическим древом рода Ребиндеров, ведущим отсчет с 1100 года. Имелась в этой книге и запись о рождении в 1898 году Петра Александровича, сына Александра Михайловича Ребиндера и Анны Петровны Ребиндер, урожденной Халютиной.

Прибалтийские немцы, Ребиндеры оставили заметный след в истории Швеции и России. Основоположник русской ветви рода, подполковник Генрих Ребиндер, один из десяти сыновей губернатора Финляндии барона Генриха фон Ребиндера, был взят в плен под Полтавой в 1709 году. Император Петр I уважительно относился к «своим учителям», и пленному офицеру был предоставлен в России режим наибольшего благоприятствования. Энергичный и плодовитый род дал новой родине множество военных, вплоть до фельдмаршала, дипломатов, общественных деятелей.

П.А.Ребиндер чрезвычайно гордился своей родословной и не отрекался от национальных и дворянских корней, что в условиях коммунистической власти было по меньшей мере безрассудно, а в определенные времена и самоубийственно. Полагаю, что осознание принадлежности к древнему и славному роду не только питало его самоуважение, но и побуждало постоянно двигаться вперед. Звание наследника такого рода ко многому обязывало, ему надо было соответствовать, и П.А.Ребиндер — соответствовал.

Знаменитая фамилия была главным, если не единственным капиталом семьи П.А.Ребиндера. Поместье было давно утрачено, отец Пьерика (так называли мальчика в семье), служивший морским врачом, в 1905 году скончался от туберкулеза после возвращения с русско-японской войны. Жизнь в столице всегда дорога, и Анна Петровна Ребиндер, кстати, прямой потомок выдающегося русского скульптора И.П.Мартоса, была вынуждена пойти работать учительницей гимназии. Но тут на семью свалилась новая напасть — у мальчика обострилась бронхиальная астма, которой он страдал с раннего детства. В 1909 году по рекомендации врачей Анна Петровна с сыном покинули промозглый Петербург и отправились для лечения в Европу. Судя по всему, пенсии, получаемой за умершего главу семьи, для этого вполне хватало.

Семья провела в Европе пять лет, вплоть до Первой мировой войны, сначала в швейцарской Лозанне, затем в Бретани

(Франция) и, наконец, в Италии, в Генуе и Нерви. Из этой поездки П.А.Ребиндер вынес знакомство с европейской культурой, потрясавшую всех легкостью общения и, конечно, свободное владение французским, немецким и итальянским языками (английский он освоил позднее). На мой взгляд, именно этот базис общей культуры вкупе с уникальными природными задатками и истинно немецкой организованностью позволили ему совершить феноменальный рывок в освоении естественных наук, предпринятый им в последующие годы.

## На подступах к вершине

Все образование подростка сводилось к домашнему обучению. Только в шестнадцать лет он поступил в гимназию. Случилось это в Кисловодске, который семья выбрала для проживания по медицинским соображениям. Предгорье, теплое лето, мягкая зима с сухой погодой и обилием солнца — та же Лозанна, только русского разлива. Восемилетний курс гимназии юноша прошел за четыре года, по существу, экстерном и поступил на химическое отделение Донского университета в Ростове-на-Дону. В университете работали великолепные преподаватели, переведенные сюда в начале войны из Варшавского университета, который по праву считался одним из лучших в Российской империи.

Так пересеклись жизненные пути студента Петра Ребиндера и профессора Венедикта Викторовича Курилова (1867–1921), который познакомил его с концепциями химической термодинамики Гиббса и Вант-Гоффа. В.В.Курилов сам какое-то время работал в лаборатории последнего, и воспоминания о непосредственном сотрудничестве с первым лауреатом Нобелевской премии по химии, несомненно, придавали его лекциям особую живость и убедительность. В особенности увлекли Ребиндера идеи Гиббса, но для их освоения ему, по его собственному признанию, не хватало глубоких знаний в области высшей математики и физики. Поэтому вскоре он начал параллельно учиться на математическом отделении физико-математического факультета, а потом и полностью перешел на него.

Продолжалось это, впрочем, недолго. Революция, Гражданская война — не лучшее время для обучения в университете. Что тогда творилось на юге России, прекрасно описано в романе «Тихий Дон» Михаила Шолохова. Так что после того, как денкинские войска заняли Ростов-на-Дону, Ребиндер был вынужден вернуться в Кисловодск и продолжить уже привычное самостоятельное образование.

С другой стороны, революция породила невероятный душевный подъем и энтузиазм, который нам с высоты нашего прагматичного времени трудно даже представить и понять. В условиях разрухи и хаоса Петр Ребиндер с товарищами организуют «Общество изучения математики, физики и химии», издают рукописный «Журнал экспериментальной физики и химии» и наполняют его описаниями экспериментов в своей лаборатории, оборудованной в заброшенном доме на окраине Кисловодска. В этом же журнале публикуются и первые теоретические статьи П.А.Ребиндера по химической термодинамике. В те годы проявилась еще одна отличительная черта будущего ученого — стремление доводить любую работу до практического результата или, с другой стороны, при постановке научного исследования исходить из практических задач. Думается, молодые энтузиасты не случайно организовали в Кисловодске глицерино-мыльное производство и опытное промышленное производство аммиачной соды, не иначе как жизнь заставила.

В 1922 году Ребиндер — звезда на научном небосводе Терской губернии, его даже командировали в Московский университет для «продолжения научной работы». Но сам он понимает, что ему надо еще учиться и учиться, поэтому



Академик П.А.Ребиндер в домашней библиотеке (1967).  
РИА Новости

просит зачислить его на четвертый курс математического отделения физико-математического факультета. И опять — не лучшее время для учебы. Все мы с ужасом вспоминаем годы, последовавшие за распадом СССР, но это не идет ни в какое сравнение с годом его образования. Полный развал промышленности, транспорта, энергоснабжения как следствие Гражданской войны, натуральный голод как следствие политики военного коммунизма, потеря значительной доли образованного населения (в том числе из-за эмиграции, добровольной или вынужденной) и инфляция, измеряемая десятками процентов (не в год, а в день). Какой же тягой к знаниям нужно было обладать, чтобы в этих условиях не просто учиться, но еще и добывать средства к существованию! Характерная деталь: жил молодой студент в зоопарке, в комнате над помещением слона, которую он получил, устроившись на работу электромонтером.

Похоже, что все эти житейские неурядицы его нисколько не обескураживали, но лишь сильнее мобилизовывали. Студент математического отделения начинает посещать семинар по молекулярной физике профессора Б.Н.Ильина, а вскоре под его руководством приступает к собственным научным исследованиям по коллоидной химии. Тему он выбрал самую что ни на есть модную и актуальную — образование упорядоченных слоев поверхностно-активных веществ на поверхности воды. Ведь именно в те годы Ленгмюр публиковал результаты своих исследований в этой области.

Поле для работы было огромным и практически неизученным. Пахать целину — дело трудное, но благородное и благодарное. При настойчивости и доле везения можно наткнуться на большой, неожиданный эффект. Первые же эксперименты принесли обнадеживающие результаты, молодого исследователя заметили и пригласили работать в Институт физики и биофизики, который возглавлял академик П.П.Лазарев.

Работать в институте... Картина, складывающаяся у нас в головах, мало похожа на далекую действительность. Институт — двухэтажное здание на Миусской площади, в котором поначалу работало 20, а затем 36 исследователей. Большинство из них были заняты и другой деятельностью: студенты учились, преподаватели преподавали, те и другие еще где-нибудь подрабатывали, потому что надо было на что-то жить. Научными исследованиями занимались в свободное от всего этого время, ставя эксперименты по вечерам и заканчивая их зачастую под утро. И все это, как сейчас говорят, «за идею».

Тогда это называлось вольным, свободным трудом — веяние революционного времени.

Конечно, они были счастливы. Они были молоды, занимались любимым делом, каждый день приносил им радость научных открытий и общения с близкими по духу людьми. По субботам они собирались вместе на институтский коллоквиум, рассказывали о результатах своих исследований, слушали доклады ученых из других институтов.

Кто только не выступал на этих коллоквиумах — математики, физики, физико-химики, химики, биофизики, биохимики, физиологи. Это была великая школа для всех участников, и именно там следует искать истоки феноменальной эрудиции П.А.Ребиндера, потрясавшей всех, кому посчастливилось общаться с ним.

После окончания университета Ребиндер продолжил исследования в области поверхностно-активных веществ, поражая коллег неожиданными идеями. Приведу лишь один пример. Из школьных воспоминаний у вас наверняка сложилось представление, что поверхностно-активные вещества — это непременно сложные органические соединения с гидрофильными головками и гидрофобными хвостами, которые обволакивают частички грязи и масла в водном растворе или выстраиваются частоколом на поверхности воды «по Ленгмюру». Ничего удивительного, ведь такого мнения придерживались (и придерживаются) многие специалисты. И как на этом фоне вы воспримете название доклада П.А.Ребиндера, начинающего ученого, на IV съезде Менделеевского общества в 1925 году: «Вода как поверхностно-активное вещество»? Чуть? Ересь?

А Ребиндер «всего лишь» расширил понятие поверхностно-активного вещества и включил в него все соединения, способные адсорбироваться на поверхности и изменять ее свойства — как вода, адсорбирующаяся на поверхности расплавленной соли. (Разве вода не должна мгновенно испаряться с горячей поверхности, удивитесь вы. Должна, да не обязана. Ребиндер опроверг «очевидность», и в этом состоит его величие. Адсорбция вообще дело страшное, с поверхности силикагеля воду откачивают при 250°C в глубоком вакууме в течение нескольких часов. Не испаряется она, хоть ты тресни.)

Согласно этим воззрениям, активность или неактивность вещества уже не была его абсолютным, неотъемлемым свойством, а зависела от природы поверхности раздела фаз.

Новый взгляд на проблему принес щедрые плоды, и вскоре молодой ученый открыл явление адсорбционного понижения прочности твердых тел, носящее теперь его имя — эффект Ребиндера. О самом эффекте — чуть позже. А пока — об эффекте, который вызвал доклад Ребиндера на том самом знаменитом пароходе, с которого я начал рассказ.

## Эффект Ребиндера

Его доклад вызвал «скептическое отношение», что в воспоминаниях о заслуженных деятелях служит эвфемизмом провала и разгрома. Наибольшие возражения обрушились на центральный тезис доклада о том, что механические свойства кристаллического тела могут быть изменены за счет адсорбции на его поверхности специально подобранного вещества, поверхностно-активного по отношению к этому кристаллическому телу. На ум приходит прочная металлическая балка, которую для защиты от ржавления или из эстетических соображений покрывают тончайшим слоем краски, обладающей хорошим сцеплением с поверхностью, и после этого балка вдруг начинает деформироваться или ломаться при небольшой механической нагрузке. Да как такое может быть?! *Очевидно*, что какой бы «краской» ни покрывать балку, о ее природе «осведомлены» лишь поверхностные атомы



балки, в крайнем случае, несколько внешних атомарных слоев, но их количество пренебрежимо мало по сравнению с количеством атомов, находящихся внутри балки и несущих основную нагрузку. Элементарный расчет показывает, что даже для проволоки диаметром 1 мм доля поверхностных атомов составляет 1/10 000 000, что уж говорить о балке? О каком влиянии вообще здесь может идти речь? Были и другие общетеоретические возражения, а представленные экспериментальные доказательства воспринимались как артефакты.

Это была настоящая проверка на прочность. Многие ученые ломались при куда более поверхностных возражениях против их концепций, но Ребиндер показал, что у него твердая сердцевина и настоящий мужской характер. Он дал единственно правильный в такой ситуации ответ оппонентам — провел серию новых, еще более изощренных экспериментов и доказал свою правоту. Но самыми убедительными свидетельствами в пользу эффекта адсорбционного понижения прочности твердых тел стали его многочисленные практические приложения в процессах измельчения различных веществ, бурения горных пород и металлообработки.

Ломать — не строить, скажете вы. Поспешу с вами согласиться, потому что это подводит нас к следующему этапу развития работ Ребиндера. Всем выдающимся ученым старой школы, к которым, несомненно, принадлежал и Ребиндер, было свойственно проникновение в суть явления, они зримо представляли себе процессы, протекающие в изучаемых ими системах, и это глубинное понимание с привлечением аналогий из смежных областей позволяло им находить неожиданные решения. Разобравшись с тем, как и почему разрушаются твердые тела, Ребиндер предложил путь создания сверхпрочных материалов. Прочность через разрушение — так кратко звучала новая концепция. Но по порядку.

П.А.Ребиндер любил показывать на лекциях опыты, не мультимедийные (тогда слова такого не знали), а самые настоящие, вроде того, с ртутью, что описан в начале статьи. Опыт красивый, но мало приближающий нас к пониманию эффекта Ребиндера. Ведь речь шла, напомним, об адсорбционном понижении прочности твердых тел. И многим оппонентам, выдающимся физикам, было очевидно, что такого просто не может быть. Но так ли уж это очевидно?

С проявлениями этого эффекта мы сталкиваемся даже в быту. Вспомните невинную детскую шалость — слегка намочить мелок перед школьным уроком. Твердый мелок начинает крошиться и становится непригодным для писания на доске. Если намочить так все доступные мелки, то срыв урока гарантирован. Более конструктивное применение: возможно, вы обращали внимание на то, что кофе, перец, сахар гораздо легче и тоньше измельчаются в ручной мельнице или в ступке, если предварительно их немного смочить водой.

В чем тут дело? Строение твердых тел далеко от идеального кристалла, к которому апеллировали физики-теоретики. Посмотрите на свежий разлом камня или металла, и в большинстве случаев вы увидите четкую зернистую или, как говорят

ученые, микрогетерогенную структуру. Внешне зерна могут выглядеть плотно прилегающими друг к другу, но на самом деле число контактов не столь уж велико, и они относительно легко разрушаются при механической нагрузке. Именно поэтому прочность реальных твердых тел в десятки, а то и в сотни раз меньше теоретических величин, рассчитанных для идеальных монокристаллов того же состава.

Итак, при нагрузке в месте соединения зерен появляется трещина, постепенно увеличивающаяся. Если мы снимем нагрузку до того, как произойдет разлом, то стенки трещины вновь соединятся и разрушенные контакты восстановятся. Но что будет, если мы смочим твердое тело каким-нибудь веществом (или его раствором), способным прочно связываться с его поверхностью — поверхностно-активным веществом в терминологии Ребиндера? Это вещество «заползет» в образующуюся трещину, покроет всю поверхность ее стенок и не позволит им вновь прочно соединиться при снятии нагрузки. Адсорбированный слой может быть толщиной всего в одну молекулу, но этого вполне достаточно, чтобы предотвратить восстановление разрушенных контактов. (Именно это и происходит при разрезании слоя ртути в описанном выше опыте, в котором Ребиндер использовал водный раствор сапонина — глюкозида, извлекаемого из многих растений, например, мыльного корня.)

После такого объяснения эффект Ребиндера выглядит простым, даже слишком простым, не так ли? Но несмотря на кажущуюся простоту, эффект снижения прочности может быть очень значительным — в разы. Главное — правильно подобрать адсорбирующееся вещество. Как и во многих других случаях, тут работает принцип подобия, близости химического строения и свойств для пары «твердое тело — жидкость». Например, для металла нет ничего лучше... расплава металла. Или жидкого металла, например ртути. Цинковая пластинка легко гнется, и ей можно придать любую форму, но стоит смочить ее поверхность ртутью (или еще лучше — галлием, плавящимся при 30°C), и она при нагрузке треснет на кусочки, как стекло. Кстати, такой опыт Ребиндер тоже демонстрировал на лекциях.

Этот эффект широко применяется на практике. Возможно, вы видели, воочию или на экране телевизора, как бурят скважины или обрабатывают металлические детали на станках, и обратили внимание на то, что в скважину закачивают какой-то раствор, а на металлическую деталь постоянно льется какая-то жидкость. Очевидные объяснения, которые приходят на ум: это делается, во-первых, для охлаждения трущихся поверхностей и, во-вторых, для удаления образующихся мелких частичек горной породы или металла. Все это правильно, но не меньшее значение имеет содержащееся в растворе, специально подобранное поверхностно-активное вещество, которое уменьшает прочность обрабатываемого твердого тела и многократно увеличивает скорость процесса.

Что ж, с обычными материалами все понятно, скажете вы, причина эффекта кроется в их несовершенстве, но как обстоит дело с монокристаллическими твердыми телами, в которых отсутствуют внутренние поверхности раздела? Ведь недаром критики П.А.Ребиндера апеллировали именно к этим материалам? И тем не менее эффект адсорбционного снижения прочности наблюдается и в этом случае. Дело в том, что твердое тело может обладать идеальной внутренней кристаллической структурой, но поверхность-то его при этом будет неидеальной, на ней будут присутствовать разные впадинки, микротрещины и выступы. И именно в местах этих дефектов поверхности при механической нагрузке происходит разрушение кристалла. Начинается оно с образования трещины, а если рядом с этим местом находится поверхностно-активное вещество, то... см. выше.

Так есть ли предел процессу измельчения твердого тела?

Есть. «Стоит только измельчить твердое тело на достаточно мелкие кусочки, и эти кусочки той же самой природы, того же состава будут наиболее прочными, почти идеально прочными», — писал еще несколько десятилетий назад П.А.Ребиндер. Причина этого заключается в том, что разрушение кристалла происходит по так называемым плоскостям спайности и в результате образуются идеально гладкие поверхности, то есть по мере разрушения происходит как бы идеальная огранка образующейся частицы. Ребиндер оценил минимальные размеры такого идеального кристаллита, которые составили 5—10 нанометров. Разрушить его практически невозможно, ведь в нем нет трещин и других дефектов — все они были «использованы» на предыдущих стадиях размола.

Но мысль П.А.Ребиндера на этом не остановилась. Ведь если мы имеем идеально прочные строительные блоки, то почему бы не попытаться собрать из них новое твердое тело? По составу оно ничем не будет отличаться от тела, подвергнутого разрушению, но прочность его должна быть заметно выше. Это вытекает из следующего примера. Наполним ящик шариками. Как бы мы их ни перетряхивали, общее число контактов между ними останется постоянным. Но это число будет зависеть от диаметра шариков: чем диаметр меньше, тем больше шариков поместится в ящике и тем больше будет между ними контактов. Если принять, что прочность каждого контакта не зависит от диаметра шарика (а в реальности дело обстоит именно так), то окажется, что с уменьшением диаметра шариков общая прочность их сцепления возрастает.

Таким образом, стратегия «прочность через разрушение» заключается в следующем: мы разрушаем некое твердое тело до минимально возможных частиц, затем максимально плотно заполняем ими заданный объем и дополнительно упрочняем контакты между частицами, например за счет нагревания или специального клея. Это на бумаге. На практике все выглядит намного сложнее, но это работает. Давно и в промышленном масштабе.

## Предел измельчения

А что мы имеем в наше время, в эпоху нанотехнологий? Любая вводная лекция или научно-популярная книга по нанотехнологиям непременно включает описание методов получения наноразмерных объектов. Механическое диспергирование по-прежнему остается наиболее универсальным, а в некоторых случаях и единственным методом получения многотоннажных количеств нанодисперсных неорганических материалов. Несмотря на кажущуюся простоту, в этом методе имеется множество подводных камней, обойти которые невозможно без использования достижений высокой науки, основы которой были заложены П.А.Ребиндером.

Начнем с главного недостатка этого метода — высокого энергопотребления. Понятно, что разрыв химических связей в твердых телах требует много энергии, равно как и работа самих мельниц. Более того, чем основательнее мы измельчаем вещество, тем больше удельный расход энергии. Вы уже понимаете, в чем тут дело: вначале в ход идут крупные дефекты, в которых число контактов, подлежащих разрушению, невелико, а затем все более мелкие трещинки, расколоть по которым крупинку вещества становится все сложнее.

Как можно уменьшить расход энергии? Тут на помощь приходит эффект Ребиндера. Не поленимся рассмотреть его еще раз, но уже с энергетической точки зрения. Поверхность любого объекта обладает избытком энергии по сравнению с его объемом. Однако при размоле образуются новые поверхности, которые надо обеспечить «избыточной» энергией. А где ее взять? Да все из той же, что затрачивается на весь процесс. Сорбция любого вещества на поверхности



уменьшает величину ее избыточной энергии и, следовательно, затраты энергии на ее образование. Понятно, что для этого оба процесса — образование «горячей» поверхности и ее «гашение» сорбирующимся веществом — должны протекать практически одновременно. Но это как раз пред- ставить очень легко: есть дефект — углубление на поверх- ности, заполненное жидкостью, при механической нагрузке дефект превращается в трещинку, в которую немедленно втягивается жидкость, смачивая образующуюся новую поверхность. Современная техника позволяет наблюдать этот процесс воочию, и, поверьте, это стоит потраченного времени: создается впечатление, будто жидкость «силой» проникает внутрь вещества, раздвигая стенки наметив- шейся трещинки.

Таким образом, правильный выбор адсорбирующегося (поверхностно-активного) вещества сильно снижает энерго- затраты. Более того, измельчить твердые материалы меха- ническим способом до частиц размером порядка 10 нм без добавления сорбирующихся на поверхности веществ никому пока не удалось.

И вряд ли это возможно в принципе. Ведь модификаторы поверхности выполняют еще одну важную функцию — они препятствуют плотному слипанию образующихся наночастиц. Представьте себе трещинку, растущую в глубь частицы при механической нагрузке. Если мы уберем эту нагрузку, то стен- ки трещинки могут сойтись и она «зарастет». В присутствии модификатора такой процесс становится невозможным. Даже если нам удастся расколоть частицу пополам без модифика- тора, то половинки могут встретиться вновь и — слипнуться. Отчасти поэтому при механическом размоле независимо от его продолжительности всегда образуются порошки с очень широким разбросом по размерам частиц, например от 20 до 200 нм.

Надо сказать, что стремление наночастиц к слипанию и агрегации — едва ли не самая страшная головная боль всех специалистов, работающих в области нанотехнологий. При- чина этого неизбежного зла заключается в упомянутой выше избыточной поверхностной энергии, которую частицы стре- мятся уменьшить за счет слипания. В сущности, это ничем не отличается от слияния двух капелек ртути. Как говорят ученые, это самопроизвольный процесс.

Да, проблемы есть, но они решаемые. Специалисты в об- ласти коллоидной химии за многие десятилетия накопили колоссальный опыт по части стабилизации наночастиц, ко- торые они на своем языке называют золями. Исследователи научились также использовать во благо стремление частиц к слипанию, направляя этот самопроизвольный процесс в нужную им сторону, от максимально плотного заполнения пространства (это необходимо, например, для получения сверхпрочных керамик) до создания ажурных, воздушных структур.

Все эти исследования составляют сегодня одну из важней- ших частей нанотехнологий. Научные основы этих технологий были заложены еще в первой трети прошлого века, и весомый вклад в них внесли работы П.А.Ребиндера, выдающегося ученого и интереснейшего человека.

## Ловля Блох и Комаров

Судьба была благосклонна к П.А.Ребиндеру. Несмотря на «сомнительное» происхождение и фамилию, он благополучно пережил и чистки 30-х годов, и борьбу с космополитизмом в конце сталинской эпохи, и всю жизнь имел возможность заниматься любимым делом. Научное признание пришло быстро. В 1933 году П.А.Ребиндер был избран членом-кор- респондентом, а в 1946 — действительным членом Академии наук СССР.



Он любил жизнь во всех ее проявлениях, любил женщин, собак и марки. Марки он собирал с детства и к концу жизни обладал одной из лучших коллекций в нашей стране (сам он полагал, что, несомненно, лучшей). Ребиндер участвовал в создании Московского общества филателистов, а в 1966 году на 1-й Всесоюзной конференции ему вручили членский билет филателистического общества под номером 1.

Его любили женщины и студенты. До сих пор жалею, что мне не довелось лично услышать лекции П.А.Ребиндера — я поступил на химический факультет МГУ в год его кончины. Остались лишь многочисленные студенческие байки об этих лекциях, а такая память дорогого стоит. И дело было даже не в высочайшем научном уровне лекций или в том, что Ребиндер мог просто и доходчиво объяснить самые сложные вещи. Это была магия личности. Красивая внешность, благородная осанка, звучный голос, богатый и безупречный русский язык. Ребиндер выводил каллиграфическим почерком на доске длинные математические формулы и разряжал интеллекту- альное напряжение какой-нибудь шуткой. Не заготовленной и повторяемой из года в год, как у некоторых других лекторов, а родившейся тут же, на месте. Он вообще был склонен к импровизации и часто, увлеченный внезапно пришедшей в голову научной идеей, начинал ее развивать тут же, у доски, на глазах студентов. Глядя в этот момент на него, все понимали, каким должен быть настоящий ученый, и это имело огромное воспитательное значение. П.А.Ребиндер задавал высокую планку, к сожалению, недостижимую.

Приведу лишь одну студенческую байку. В конце лекции Ребиндеру передают записку. «Уважаемый Петр Александрович... — начинает читать он вслух, пробегает глазами записку до конца и поднимает голову. — «Уважаемый» — так в мои молодые годы обращались к извозчику, — со сдерживаемой улыбкой говорит он. — В научной среде принято обращение «глубокоуважаемый». Итак, глубокоуважаемый коллега, отве- чаю на ваш вопрос». Даже услышанная из вторых уст, эта байка так прочно засела в памяти, что до сих пор я вздрагиваю при виде слова «уважаемый», а рука сама печатает «глубоко- уважаемый» при обращении ко всем людям независимо от возраста и профессиональной принадлежности.

Ребиндер был великим острословом и никогда не лез за словом в карман. По этому поводу тоже есть множество баек, уже академических. Вот одна из них. Как-то раз к Ребиндеру обратились трое ученых, Комаров, Блох и Ловля, с просьбой представить их статью для публикации в «Докладах Академии наук». Академик согласился, но с одним условием — что будет изменен порядок авторов. Те, естественно, согласились. Так статья и вышла: Ловля, Блох и Комаров.

Вот так читаешь многие современные статьи в научных журналах и думаешь, что авторы той самой ловлей и занима- ются. И невольно обращаешься мыслью к титанам прошлого, к Ребиндеру или... Но об этом мой следующий рассказ.





Художник Н. Колпакова

расшифрованный. Ничего удивительного, что легко — синтаксический анализатор как раз для таких случаев и предназначался. Перевод программы практически полностью совпал с результатами ученых-историков.

Со второй задачей пришлось помучиться. Сергей Ли с лингвистического попросил своих знакомых китайцев перевести инструкции к товарам на амхарский язык. Амхарского китайцы не знали, но сообразительности им было не занимать, а словарь амхарского Серега предоставил. Анализатор справился, верно определил, что это инструкции, разве что карманный фонарик упорно переводил как Большой адронный коллайдер. Антон уже готовился праздновать успех своей науки, но тут о себе напомнила Ленка Юрина.

Ленка училась на биологии, отношение к Седову у нее было весьма противоречивым, и ей очень хотелось показать, что этот Антон ничего собой не представляет, а вся его информатика — туфта на постном масле. Она за неделю до презентации подсунула Антону последовательность своей ДНК с практикума по сиквенсу, справедливо рассудив, что это вполне себе текст более чем достаточной длины, а смысл этого текста она ежедневно видит в зеркале. Антон смутился, но от задачи не отказался, а через день, воспользовавшись правом на вопрос, поинтересовался:

— Это программа?

Ленка задумалась на мгновение, но кивнула:

— Это самая гениальная программа в мире! Слабо понять, что она делает?

Так вот, на защите Юрина встала и ехидным голосом напомнила о своей задаче.

Антон изобразил растерянность, а потом не выдержал и широко улыбнулся:

— Ты зря на что-то надеешься. То, что это код, написанный на объектно-ориентированном языке, мы с Анализатором сразу догадались. В нем постоянно порождаются объекты-копии, переписывают себя и выполняют каждый раз несколько по-иному, из-за различий в общих используемых данных. А то, что долго в нем разбирались, — так ты мне эти общие данные не предоставила, что нечестно. И вообще я бы руки оборвал тому, кто эту «гениальную» программу написал. Простой пример: цикл копирования объекта не переписывает последние символы кода. И вот, вместо того чтобы найти ошибку в цикле, программист тупо дописал в конце бессмысленную последовательность, чтобы потеря последних символов не сказалась на самом коде. Скажите, Игорь Моисеевич, чтобы вы поставили за такое «решение»?

— Ничего хорошего, — кивнул головой куратор.

— Работает все медленно, тут только ядро будет собираться месяцев девять, а полностью готово к работе это чудо будет через много лет. Честное слово, даже у меня она бы работала раз в сто быстрее, я уж не говорю о настоящих мастерах. С ошибками, которые неизбежно накапливаются при многократных копированиях, программа справляется плохо, так что со временем она уже не сможет выполнять все заложенные в нее функции, а потом и совсем заглохнет. Пятьдесят лет работы, причем двадцать лет перед этим ушло на подготовку. Да и вообще, у нее четверть текста — это вставки работы каких-то вирусов, сами вирусы вроде как безвредные, а вычистить из текста бессмысленные куски поленились! В общем, ты, Елена, хотела узнать, что делает эта программа, так я отвечу — халтуру она делает! Есть у кого-нибудь вопросы?

Ленка так и осталась стоять с открытым ртом: халтурой ее еще никто не обзывал!

Анна Степановна указала на диаграмму:

— Антон, у тебя выделено в процентах — часть значащего кода, часть остатков вирусов, а что помечено красеньким?

— Ничего интересного, Анна Степановна, это комментарии. Там в основном, — Антон покраснел, — экспрессивно окрашенная лексика, тупой юмор — «И так сойдет!», «Все равно этот курсач никто читать не будет!» — и тому подобное. Насоздают незнамо что, а потом люди и программы (он имел в виду себя с Анализатором) мучаются

И вот тут-то Анна Степановна подумала, что Антон прав, а практикум по генной инженерии в девятом классе давать еще рановато.

# Почему отменили практикум по генной инженерии

НАНОФАНТАСТИКА

Виктор Папков

**В** гимназии для особо одаренных детей имени Всех Лауреатов Нобелевской Премии очень редко меняли учебный план, да еще и посреди учебного года. Пожалуй, единственный случай — это когда биологичка Анна Степановна отменила практикум по генной инженерии в девятом классе.

Началось все на отделении информатики, и ничто не предполагало такого неожиданного итога. Антон Седов, парень весьма целеустремленный, но любящий внешние эффекты, в качестве годовой презентации решил представить свою работу по семантическому распознаванию текста. Идея была проста. Синтаксический анализ текста, позволяющий выявить грамматический строй неизвестного языка, применялся уже давно, начиная с Кнорозова, расшифровавшего тексты майя. Семантический анализ проводили уже после того, как выявляли основные служебные части речи и значащие слова. Программа искала закономерности появления различных слов рядом и строила графы зависимости слов друг от друга. А дальше выяснялось, что эти графы отличаются у разных текстов — художественных, научных, религиозных, экономических отчетов и т. п. Если же учесть, что обычно можно сделать какие-нибудь дополнительные предположения о том, что написано, исходя из места находки и т. п., то перевод получался почти однозначный.

Антон всегда несколько раздражалось, что его computer science другие ребята наукой не считают, а относят к ремеслу, вроде инженерного, и он попросил всех желающих приготовить любые тексты. Только поставил условие, что они должны быть достаточной длины и предложивший текст должен знать его смысл. И еще оставил за собой право на дополнительный вопрос.

Представление обещало быть забавным, так что на защиту набился народ со всех отделений. Конечно же были Игорь Моисеевич, куратор Седова по информатике, и Анна Степановна, классная руководительница, но и других предметников немало пришло. Даже завхоз Валентин Георгиевич оторвался от своих накладных и скромно уселся в уголочке.

Первую задачку программа решила легко. Вовка, приятель Седова по отделению информатики, предоставил архив Хараппы, найденный на раскопках в Индии два года назад и только-только

# Полезные ссылки

**РИА  
Новости — Экология**



<http://eco.rian.ru/>

И на самых известных ресурсах бывают «кнопки», о которых пользователи почему-то забывают. Тому, кто, наученный прошлым летом, внимательно отслеживает новости о природных пожарах и природоохранном законодательстве, не обязательно делать это с помощью поисковых систем. В группе сайтов РИАИАН есть и посвященный экологии. Его важное достоинство — лента с новостями, которая обновляется несколько раз в час. Фото-лента с необычными и забавными животными — это скорее для развлечения, а вот «Инфографика» (то есть просвещение в картинках) на актуальные темы — очень полезная вещь. Чем опасно купание в фонтанах, как происходит лунное затмение и почему на летнее солнцестояние день самый длинный (странно, но факт: многие люди с высшим образованием в этих вопросах «плавают»), что такое вирус бешенства и в каких российских городах самая неблагоприятная экологическая обстановка. — здесь вы найдете точные ответы.

## Критическая масса



<http://cmass.ru/>

Переживаете, что в ЖЖ, блогпостах и фейсбуках кипит жизнь, возможно, даже разумная, и вся она проходит мимо вас, потому что уследить за этим бурным потоком не в человеческих силах? Одно из решений — в заголовке. Здесь собраны записи известных русскоязычных блогеров (главным образом ученых и научных журналистов — обитателей LiveJournal), посвященные актуальным научным проблемам. Записи помечены цветом в соответствии с темами — «математика, физика и химия», «астрономия и астрофизика», «биология и медицина», «науки о Земле», «гуманитарные науки». Интерфейс предельно простой: клик на заголовок новости ведет к ее полному тексту в блоге автора. В итоге получилась вполне достойная альтернатива научной новостной ленте. Читатели «Химии и жизни», вероятно, найдут здесь знакомых авторов (если сумеют опознать их под никами).

## Essays on Language Design

**Essays on Language Design**

<http://www.eskimo.com/~ram/essays.html>

Кто из нас не пытался в детстве придумать «секретный язык» для себя и друзей? Если с возрастом вы не остыли к этой затее, вам сюда. Здесь собраны эссе человека по имени Рик Морне (Rick Morneau), посвященные именно этой теме. Сам автор занимается созданием языка-посредника для компьютерных программ-переводчиков. Но он снизошел к нуждам простых читателей и написал о том, как придумывать обычные человеческие языки, никогда не существовавшие. Зачем? Для компьютерных игр и фантастических романов, для научных исследований (как работает мозг человека, анализируя текст, заведомо непонятный, но построенный по правилам), наконец, для интеллектуальных розыгрышей. Да, статьи написаны на английском, но тому, кто берется за сотворение собственного языка, полезно знать как минимум два реально существующих.



**TED.  
Ideas worth spreading**



<http://www.ted.com/>

На этом сайте выложены в свободном доступе видеозаписи выступлений замечательных людей, которых приглашает некоммерческая организация TED, «элитарная в хорошем смысле слова». TED — акроним «technology, entertainment, design», но «технология» подразумевает и науку. Ричард Докинз, Обри ди Грей, Вилараянур Рамачандран (знаменитый нейробиолог, автор великолепной книги «The tell-tale brain», которая, мы надеемся, когда-нибудь будет переведена на русский), Оливер Сакс («Человек, который принял жену за шляпу») — и феноменальная птица, попугаиха по имени Эйнштейн со словарным запасом в 200 слов и звукоподражаний! Те, кто воспринимает со слуха ненамного больше английских слов, могут воспользоваться кнопкой под окошком с видео, включающей субтитры на других языках, в том числе на русском. Те же, кто сам хорошо понимает по-английски, возможно, захотят помочь проекту, став переводчиками. Кстати, и материалы, не имеющие прямого отношения к академической науке, стоят внимания. Кого-то заинтересует рассказ о практически бесплатных устройствах для общения с парализованными людьми, кого-то — электросхемы, которые дети лепят из теста, а кого-то выступление женщин-врачей из Сомали, создавших у себя на родине бесплатную клинику и школу.

## Товарищество научных изданий КМК



<http://avtor-kmk.ru/>

Если вы живете не в столице и при этом привыкли читать научную литературу, единственный выход в современной ситуации — осваивать издательские сайты и заказывать книги почтой. «Товарищество научных изданий КМК основано в 1992 году как специализированное научное издательство, ориентированное на выпуск научной периодики, монографий и трудов на русском и основных иностранных языках». Ботаникам и зоологам, а также медикам это героическое издательство представлять не надо, они наверняка держали в руках его книги. На сайте можно прочесть, как заказать книги от КМК — причем не только издания «широкого профиля», которые нетрудно найти на Озоне, но и такие, что интересны узким специалистам. Тем, кто отвык от обычного «дерева» с вложенными папками: в каталоге изданий слева кликабельны не надписи «естественные науки», «гуманитарные науки», а квадратик, помеченный плюсом. Есть поиск по авторам, по названиям и по категориям. Заказ только предоплатой, пересылка только по России

# Технические химеры

А. Кузнецова,  
Л. Хатуль

## Начнем с определений

В биологии химера — это организм, соединяющий клетки, ткани, органы различных организмов. В древнегреческой мифологии — это фантастическое существо с огнедышащей львиной головой, хвостом дракона, туловищем козы. В технике химеры совершенно не фантастичны, сотовый телефон с GPS-навигатором вполне реален, да и сам такой телефон можно считать состоящим из приемника и передатчика, а уж карандаш с ластиком мы сызмальства помним. Соединение технических объектов можно рассматривать несколькими способами, например конструктивно: какие именно детали, узлы и блоки используются в двух устройствах. Можно рассматривать функционально: какие функции совмещены — управления, контроля, диагностики, ввода и вывода информации и т. д. Наконец, можно просто в одну коробку засунуть два устройства и объявить это новым словом в технике, конечно же изготовленным с применением нанотехнологий.



1  
Инструкции по пользованию электронными приборами на борту самолета (частная коллекция)

Чтобы как-то ограничить тему, примем такое определение: техническая химера — это соединение в одном материальном устройстве частей нескольких устройств, по отдельности существовавших ранее. Причем под устройством понимается то, что продается конечному потребителю и может использоваться им независимо от других устройств. Тогда телефон — устройство, авианосец — устройство, а вот компьютерная программа — не устройство: она не материальна. Колесо и монитор — не устройства, они не могут использоваться отдельно. При этом не обязательно, чтобы это была одна «коробка»: компьютерная внутрифирменная сеть — устройство, и сеть связи, охватывающая целую страну, тоже может быть устройством, они могут продаваться целиком; а вот сеть Интернет — не устройство: он не продается. У Интернета нет собственника, поэтому его никто не может отключить. Конечно, власть конкретной страны может запретить или существенно ограничить международную связь, как это делал СССР, а Китай и Северная Корея — делают поныне. Кстати, некоторые российские сайты по своей инициативе ограничивают международный трафик. Наверное, они так понимают патриотизм.

Формулировка «по отдельности существовавших ранее» употреблена, чтобы отделить гибридизацию от наделения уже существующего устройства новыми функциями за счет изменений его самого. Наконец, слова «конечному

потребителю» предназначены, чтобы отделить гибридизацию от простой сборки любого изделия из деталей, узлов, комплектующих и т. д. Ведь у комплектующих есть все признаки, кроме одного — они не поставляются конечному потребителю.

Словом «материальная» мы исключили из рассмотрения программные продукты и сделали это намеренно. Программные продукты могут функционировать совместно, то есть не просто обрабатывать одну и ту же информацию, но и обмениваться информацией. Но область эта настолько специфична, что рассмотрение ее в одной статье с «железками» нецелесообразно. Хотя бы потому, что в мире программных продуктов проблема совместимости стоит гораздо острее, чем в мире технических устройств. Возможно, это следствие того, что железки существуют в природном, естественном мире и лишь время от времени взаимодействуют друг с другом, а программы существуют в искусственном, причем «многоэтажно искусственном» компьютерном мире (компьютерное железо — команды процессора или контроллера устройства — операционная система — собственно программы). В результате, когда мы размышляем, ставить ли новую программу, решающим зачастую оказывается вопрос — а «дружит» ли она с другими программами на этой машине?

Аналогичный вопрос можно задать и про железки, однако там он более прост, а ответ на него более предсказуем. Аккумулятор должен быть согласован с нагрузкой, железнодорожная колея — с колесами поезда, но параметры согласования в большинстве случаев известны. Заметим, что наиболее остро — именно потому, что непредсказуемо, — вопросы согласования, точнее, «не мешания» стоят в технической области, близкой к компьютерингу, а именно в радиоэлектронике. Видели небось список — чем можно и нельзя пользоваться в полете (фото 1)? В вузах даже предмет такой есть и толстые по нему книги — «электромагнитная совместимость» (55 тысяч Гугл-линков, 55 kGI, — против 350 kGI для «химической совместимости»;





2  
Часы с двойной индикацией ([www.timecode.ru](http://www.timecode.ru))

размерность «GI» введена авторами). А на радиостанциях вообще передатчики и передающие антенны приходится иногда размещать отдельно от приемного центра. За километры!

Разумеется, жизнь богаче определений, и среди примеров, которые мы ниже рассмотрим, будут как настоящие — в смысле нашего определения — химеры, так и пограничные, побочные случаи.

## Зачем все это?

Есть три общих вопроса, общих в том смысле, что их можно задать и во многих других случаях, когда рассматриваются осмысленные действия людей или человеческих систем. Зачем или почему создаются технические химеры? Что этому способствует, помогает? Какие есть препятствия и проблемы?

Ответ на вопрос «зачем» очевиден: или для удобства потребителя и тем самым увеличения дохода производителя, или только для второго. Если речь идет о реальной пользе для потребителя, то функции гибридируемых устройств должны быть теми, которые могут потребоваться, причем в тех же условиях эксплуатации. Идеальный исторический пример — карандаш с резинкой, современный — автоматический карандаш с резинкой. Пробраз — древнегреческое стилос: один конец был заостренным, а другой — лопа-

точкой, чтобы было удобнее стирать неправильно написанное. Отсюда поговорка-совет пишущему: «Почаще переворачивай стилос».

Возможно, что технохимерами пользовались еще шимпанзе (см. статью «Кисточка и прутик» в этом же номере).

Если же дело в пижонстве, оригинальничанье и тому подобном, то реальная польза не так важна. Пример — соединение перьевой ручки и шариковой: на этапе перехода с перьевых ручек на шариковые люди их не чередовали, а пользовались, как правило, какой-то одной, в зависимости от социальной нормы и личных вкусов. А в период собственной, индивидуальной перестройки держали на столе обе. Нынче перьевые ручки стали в основном объектом «престижного потребления» со всеми присущими таковому свойствами.

В некоторых случаях применение химер связано с психологией людей. Например, человек привык к стрелкам на часах, переход на цифровой дисплей окажется причиняющим дискомфорт, двое часов не носят даже те, кто носят «Филипп Патек», так что напрашивается идея часов с двумя способами отображения информации. И такие часы существуют, более того, существуют часы с ЖК-дисплеем, на котором отображаются стрелки — совершенная уступка психологии; впрочем, химерой по нашему определению это назвать уже нельзя.

## Предпосылки и препятствия

Первая и самая важная — реальная техническая совместимость, чтобы не получился «гибрид ужа с ежом». Параметры, по которым должна обеспечиваться совместимость, можно разделить на три группы — общетехнические, специальные и параметры помехи.

Общетехническую совместимость следует понимать не вполне обычным образом, не как совпадение или близость. Можно совместить в одном устройстве и слона с мышью, но захочет ли вчерашний потребитель мыши платить за слона и его содержание ради функции тубления хоботом? Вот потребитель слона вполне может и до-

платить гроши за функцию привлечения кошек или тестирования мышеловок — если ему зачем-то нужны кошки или если он изготовитель мышеловок. Такую совместимость можно назвать «экономической», или «рыночной». А по надежности, наработке на отказ, межремонтному периоду, периоду обслуживания, ремонтпригодности, сроку службы — словом, по всем параметрам надежности действительно должна быть близость: даже если это сушая мелочь, потребитель не захочет — тем более из-за мелочи — ни чаще ремонтировать, ни чаще что-либо заменять. Особенно позитивно сказывается на совместимости ситуация, когда какие-то параметры устройства ограничиваются требованиями, общими для нескольких устройств. Лучший пример — устройства, взаимодействующие с человеком: у них должны быть, грубо говоря, кнопки и дисплей удобных для человека габаритов. Устройство получается не слишком маленьким, и тогда в его объем можно столько всего напихать! И с каждым годом все больше.

Совместимость по специфическим параметрам — штука гораздо более сложная. Упрощенно говоря, поскольку функции у совмещаемых устройств разные — а иначе зачем их совмещать? — то и специфические параметры разные. Однако это не всегда так: например, при совмещении часов со стрелками и с цифровым дисплеем функции одинаковые и значение специфического параметра — точности — должно различаться несильно. Другой пример — качество воспроизведения звука в радиолах, магнитолах и магниторадиолах: потребитель резонно вознегодует, если оно будет сильно различаться, причем его возмутит не лучшее качество устройства А по сравнению с В, а худшее качество В по сравнению с А.

Параметры помехи — это параметры, определяющие, мешает ли одно устройство другому: вибрациями, тепловыделением, выделением химических веществ, электромагнитным излучением. Соображения эти достаточно очевидны и понятны.





3  
Радиола (radiotehnica.ru)



4  
Магнитола (rwbase.narod.ru)



5  
Магнито-радиола (rwbase.narod.ru)

Исходя из вышеизложенного, технические химеры можно разделить на две большие группы. Первая группа — химеры внутренние, то есть использующие общие детали, части, узлы и т. д. Вторая — химеры внешние, то есть не имеющие существенного пересечения по начинке, лишь общий корпус, но применяющиеся в одинаковых условиях. И то, что мне нужна одна вещь, скорее всего означает, что вот-вот понадобится и вторая. А если химера хоть и дороже каждой вещи по отдельности, но дешевле их же вместе, и если объяснить потребителю, что все равно придется покупать, и если предложить кредит или рассрочку... то может и купить. Перейдем к рассмотрению примеров.

### Примеры внутренних химер

Наручные часы со стрелками и с дисплеем (фото 2), так называемые с двойной индикацией. Заметим, что с часами было много внешних химер — совмещения с калькулятором, компасом, дозиметром и GPS, и все это работало. Но у калькулятора размером с часы неудобные кнопочки, компас горожанину нужен редко, а остальное пока не влезает в габариты часов без «поражения в правах», точнее — в параметрах. А вот для путешественника это может оказаться и очень удобно — в путевых записках Л.А.Каабака в этом номере упоминаются его часы с высотомером, барометром и термометром.

Трансивер вместо приемника и передатчика. Фото приводит бесполезно, потому что снаружи это просто ящик с кнопками, ручками, выходным волноводом либо коаксиалом. Трансивер — это приемник и передатчик, причем значительное количество узлов и деталей работает и в режиме передачи, и в режиме приема. В этом логика, в этом же и эффективность. Сотовый телефон тоже трансивер, только его так не называют, наверно, потому, что сотовые — все трансиверы. А вот пейджеры ни трансиверами, ни химерами не были. Кроме экзотических пейджеров с передатчиками.

Бытовая электроника — радиола (фото 3) и магнитола (фото 4), магнито-радиола (фото 5). Потребитель желает слушать и радио, и пластинки, или и радио, и пленки, или вообще все. Инженерная основа для объединения тоже видна — размер аппаратуры с хорошим качеством звука определяется размером динамиков, так что место для остального найдется; тем более что существенная часть узлов и деталей общая (большая часть усилителя низкой частоты).

Многие предметы быта: рюкзак с колесами — совмещение рюкзака и хозяйственной сумки с колесиками,



6  
Ручки и карандаши — химеры (частная коллекция)

кресло-кровать, диван-кровать, стиральная машина с сушилкой, наконец, холодильник — ибо морозилки без холодильника и холодильники без морозилок появились раньше.



7  
Клавиатура с калькулятором (Genius KB-29E)

### Примеры внешних химер

Классика жанра: пудреница с зеркалом и перочинный нож с открывалкой, пилкой, ножницами и так далее. Совсем другая химера — комплексированные СВЧ-приборы. Это СВЧ-приборы, выполненные в одном корпусе с источником питания. Фото приводит бесполезно, потому что снаружи это просто ящик с кнопками, ручками, входным и выходным волноводами или коаксиалами (либо только с выходным). Логика такого совмещения проста — некоторым СВЧ-приборам требуется индивидуальная подстройка напряжения источника, и это лучше делать на заводе-изготовителе, а не в полевых условиях, под свист пуля или ругань сержанта. При отсутствии общих деталей компоненты этой химеры связаны все же сильно, ибо одна подгоняется по второй.



8  
*Логарифмическая линейка с калькулятором (<http://www.computerra.ru/online/things/259799/>)*

Множество химер мы находим в офисе, КБ, аудитории. Перьевая ручка и шариковая (фото 6, третья слева) — пример плохой совместимости: запасы рабочего вещества перьевой ручки и шариковой конкурируют за рабочее пространство. Вдобавок конструктор применил в шариковой ручке тонкий стержень, следствие — весьма малый запас пасты. Клавиатуру с калькулятором (фото 7) выпускали и применяли те, кто привык к калькулятору и не хотел лишнего «окна» на экране. Логарифмическая линейка с калькулятором (фото 8а, б) применялась узко, хотя логика в таком совмещении есть — на линейке нельзя складывать, так что калькулятор на ее обратной стороне был хорошим дополнением. Далее — шариковая ручка, маркер, автоматический карандаш и стилус (фото 6, первая справа), совмещение разумное, хотя карандашами пользуются все-таки заметно реже, чем остальным. Объединение четырех устройств делает вес гибрида слишком большим и переводит объект скорее в категорию сувениров и забавных подарков.

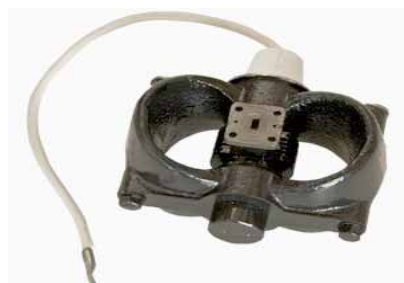
Самое традиционное — карандаш и резинка (фото 6, второй слева), автоматический карандаш и резинка (фото 6, первый слева). Да и сама резинка (ластик, стёрка) была химерой, когда совмещала резинку для карандаша и чернильную (с абразивом). Писк моды — кулон-флешка: и украшение, и флешка, вы их видели на прекрасных дамах, а если нет — посмотрите в Сети. Наконец, кукла со встроенной видеокамерой. Технических оснований для химеризации никаких, только блажь потребителя.

Ну и далее сплошной офис: линейка с калькулятором, линейка с лупой, линейка с встроенной «игрой», календарик с линейкой, калькулятор с линейкой, пенал с линейкой, пенал с калькулятором, кошелек с калькулятором.

Впрочем, никакая техническая классификация не полна, и тему можно развивать. Поэтому приведем несколько



9  
*Транзисторные каскады, оформленные как электронные лампы (частная коллекция)*



10  
*Пакетированный магнетрон, черные скобы — магниты ([сайт http://istok2.com](http://istok2.com))*



11  
*Генератор тона для подачи тонового сигнала по телефону, не обеспечивающему перехода в тоновый режим (частная коллекция)*

примеров пограничных ситуаций — не вполне химер по нашему жесткому определению. А может, кто-то расширит классификацию и продвинет вопрос.

## Примеры не вполне химер

Транзисторные каскады, оформленные как электронные лампы (фото 9), строго говоря, химерами не были — такие каскады не выпускали отдельно. Пакетированный магнетрон (фото 10), черные скобы — магниты. Тоже не вполне химера, такие магниты если и выпускали отдельно, то только для определенного типа магнетрона. Генератор тона для подачи тонового сигнала по телефону, не обеспечивающему перехода

в тоновый режим (фото 11). И в этом случае не вполне химера — источник тонового сигнала отдельно выпускали, но отдельно не эксплуатировали. Коммуникатор — сотовый телефон плюс наладонник. Не вполне химера, потому что добавление функций коммуникатора в некоторые телефоны может быть произведено программно, впрочем, обратное неверно — чтобы стать телефоном, коммуникатору требуется антенна. Далее, «моноблок» — совмещение в одном корпусе телевизора и видеоманитрона, но и это не вполне химера, потому что видеоманитроны не имеют своего монитора.

## Когда имеет смысл

Мир техники огромен, человек чудовищно изобретателен, и множество объектов ждет авторов своих химер! Но в каких случаях химерирование имеет смысл?

Прежде всего если рынок примет, если клиент проникнется и купит. Это может быть совершенная глупость, но гениальный маркетолог может угадать, и если социолог подтвердит, то нули не поместятся в ответственном для них месте.

Довод «за» — эти вещи часто используются одновременно, или последовательно одна за другой, или в одной ситуации. Еще довод — внешние габариты или вес ограничены снизу и остается пустое место.

В остальных случаях ситуация более сомнительна, потому что в хорошо разработанное и оптимизированное устройство трудно что-либо добавить, не увеличивая габаритов, веса или стоимости. И тогда задача становится совсем уж технико-экономической: какая доля компонентов дублируется, можно ли совмещать функции, как это скажется на стоимости и т. д. Кроме, разумеется, случаев, когда инженер вынырнул с жемчужиной в зубах и надо срочно будить патентного поверенного..



МУЗЕЙ





Художник Н. Ларкина

# Кисточка и прутик

Трудовая деятельность животных давно интересует ученых. Особенно их занимают человекообразные обезьяны, что вполне объяснимо.

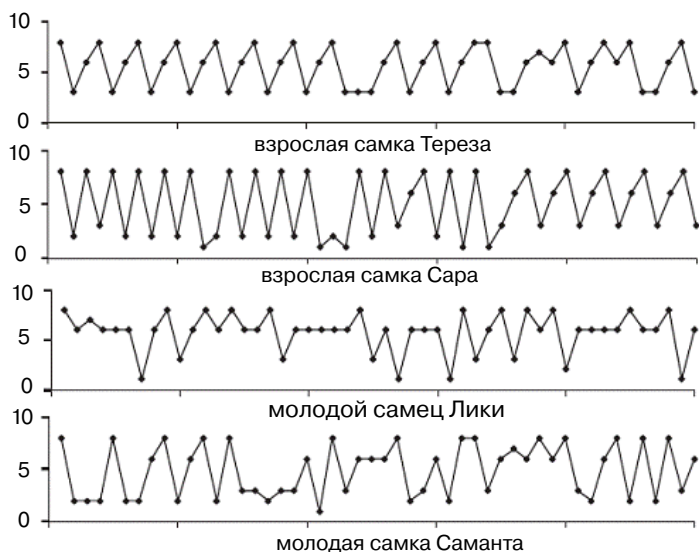
Американские биологи Крикетт Сэнс (Университет Вашингтона в Сент-Луисе) и Дэвид Морган (зоопарк Линкольн-парка, Чикаго) более десяти лет исследуют шимпанзе национального парка Нуабале-Ндоки, расположенного в Республике Конго. Точнее, местом наблюдений стал лесистый участок парка площадью 380 км<sup>2</sup>, так называемый треугольник Гуалуго. В этом лесу ученые расположили скрытые камеры и наблюдали за человекообразными обезьянами: их поведением, взаимоотношениями и вообще образом жизни. Увидели они много интересного, но больше всего шуму наделала история о методе ужения термитов.

Термита из гнезда без труда не вытащить, и обезьяны стараются как могут. Технология отработана тысячелетиями и универсальна: животное сует в отверстие прутик, потом вытаскивает, а на конце висит вцепившийся термит. Извлечь насекомых из узкого хода иным способом практически невозможно, разве что разнести их жилище, но конголезские шимпанзе умудрились усовершенствовать нехитрую процедуру, чем и вызвали восхищение исследователей. Ужение

термитов превратилось в двухстадийный процесс и отчасти напоминает подледную рыбалку. Сначала обезьяна палкой пробивает в термитнике дыру, причем сообразует прочность и размер орудия со стоящей перед ней задачей. Если гнезда термитов находятся над землей, шимпанзе проковыривают отверстия веточкой, а в подземных жилищах пробивают туннель толстой палкой. Затем наступает стадия ужения, для которой шимпанзе предварительно совершенствуют ловчий прутик: сдирают с него кору и зубами расщепляют один конец вдоль волокон. Получается кисточка, которую и погружают в отверстие.

Эти кисточки во множестве находили у термитников и гадали: то ли прутики от использования так измочалились, то ли это шимпанзе специально постарались. Съёмки показали, что специально. Сэнс и Моргану удалось запечатлеть 31 шимпанзе разных возрастов в 54 эпизодах изготовления «удочки»; в 52 случаях обезьяны целенаправленно лохматили прутик и лишь потом приступали к ловле. Процессом читатели «Химии и жизни» могут полюбоваться на сайте <http://www.congo-apes.org/>. Камеру у термитника шимпанзе заметили, заглядывали в объектив и даже пытались проткнуть его веткой, но ничего у них не получилось — устройство сработано на славу.





При ужении термитов разные обезьяны действуют немного по-разному. По вертикали обозначены номера приемов ужения (см. в тексте), по горизонтали — последовательность операций во времени



## ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

Термитов палочкой таскают все шимпанзе Африки, но кисточку для этого используют только обитатели треугольника Гуалуго. Естественно, ученых заинтересовало, имеет ли смысл мочалить веточку, или это просто местная традиция обезьян Центрального Конго. Разрешить вопрос несложно, достаточно лишь сравнить на практике две технологии ужения. Но американцы по каким-то причинам не стали заниматься этим лично, а попросили местных проводников. Хорошо хоть не велели им самим палочки жевать. Проводники спорить не стали и «потермитили» у разных гнезд, выполнив по 420 проб кисточками и гладкими прутиками. Орудие лова погружали в отверстия на три секунды (у шимпанзе эта манипуляция занимает примерно столько же) и подсчитывали насекомых. Оказалось, что размочаленный кончик значительно эффективнее обычного. При ловле кисточкой успехом увенчались 76% попыток, причем люди вытаскивали за раз по пять-шесть термитов. На гладкий прутик термиты налезли лишь в 18%, причем улов составил менее одного насекомого на попытку.

Гуалугская технология добычи термитов, по утверждению ученых, — одна из самых сложных, наблюдаемых в дикой природе, и исследователям было интересно, как обезьяны ею овладевают, так что они продолжили видеонаблюдения. Оказалось, что изготавливать ловчую кисточку и пользоваться ею научились практически все шимпанзе треугольника. Следовательно, распространение трудовых навыков в их сообществе поставлено эффективно, однако обучение требует времени. Логично предположить, что у молодых животных ловля термитов пойдет не очень гладко, но с возрастом они поднаореют и будут обходиться немногими выверенными действиями. Так и оказалось, но лишь отчасти.

За пять лет исследователи засняли поведение 130 шимпанзе обоюго пола: взрослых, молодых, подростков и малышей. Все их манипуляции, связанные с добычей термитов, наблюдатели свели к десяти элементам, которые пронумеровали в довольно странном порядке, но теперь уже ничего не поделаешь. Итак: 1 — добытых термитов сгребают с кисточки рукой; 2 — термитов стряхивают с палочки в ладонь; 3 — термитов с палочки отправляют прямо в рот; 4 — кончик палочки раздирают, чтобы получилась кисточка; 5 — палочку укорачивают; 6 — выпрямляют волокна кисточки, чтобы не торчали во все стороны; 7 — прутик не удалось вставить в отверстие; 8 — прутик вставили в отверстие и выудили термитов; 9 — пробивание отверстия в термитнике, 10 — использование нерасщепленного конца кисточки.

Нерасщепленный, обратный конец кисточки обезьяны используют крайне редко, и не для того, чтобы ловить на него термитов, а чтобы прочистить засорившееся в процессе ужения отверстие. Еще реже, менее чем в 1% случаев, шим-

панзе мочалят палочку уже во время охоты или делают вторую кисточку. Эти технологические выверты ученые наблюдали только у зрелых животных, молодым такие достижения не свойственны. Так что насчет немногих действий исследователи не угадали: набор элементов у взрослых шимпанзе оказался шире, чем у юных. Очевидно, дело в том, что обезьяны, взрослея, набираются опыта и учатся разным хитростям, например тому, что для прочистки отверстия можно перевернуть другим концом ловчую кисточку, а не искать другой прутик.

Как и следовало ожидать, взрослые обезьяны ловят термитов успешнее, чем молодые. Малоопытные шимпанзе делают много непродуктивных движений: без нужды поправляют кисточку и неумело стряхивают с нее насекомых.

Последовательность обезьяньих действий хорошо видна на рисунке. По вертикальной оси ученые отметили номера элементов. Видно, что взрослая самка шимпанзе по кличке Тереза действует как машина: засовывает кисточку в термитник, слизывает с нее насекомых, поправляет волокна и снова сует кисточку в отверстие. Затем орудие труда совсем разлажоматилось, и на его поправку стало уходить больше времени. Вообще-то слизывание термитов больше свойственно нетерпеливой молодежи, взрослые солидные обезьяны чаще стряхивают добычу в ладонь. Так поступала другая самка, Сара. Но потом и ей пришлось поправлять волокна перед каждым циклом. Однако Сара делала это одним движением, а молодой шимпанзе Лики никак не мог привести в порядок волокна своей кисточки. У юной Саманты была плохо отработана не только наладка кисточки, но и снятие добычи. Она довольно долго обирала извлеченных из гнезда термитов. В том, что обезьяны научатся премудростям ловли, сомнений нет. У них уже сейчас неплохо получается.

Наблюдения американских исследователей еще раз показывают, что обезьяны способны действовать целенаправленно. Они приходят к термитнику с припасенной палкой для взлома и заблаговременно изготавливают ловчую кисточку. Потом переворачивают кисточку, чтобы обратным концом расчистить засорившееся отверстие, но не вылавливают им насекомых, равно как не пытаются волокнистой частью продавливать мусор в дырку. Более того, такую сложную технологию они передают из поколения в поколение.

Все увиденное крайне занимает ученых, они намерены продолжать работу, чтобы узнать еще больше. Наблюдая за действиями шимпанзе, они стараются представить, как сотни тысяч лет совершенствовал технологии первобытный человек.

**Н. Анина**

### Литература

**C. Sanz, J. Call, D. Morgan.** Design complexity in termite-fishing tools of chimpanzees (*Pan troglodytes*). «Biology Letters», 2009, doi:10.1098/rsbl.2008.0786

**C. M. Sanz and D. B. Morgan.** Elemental variation in the termite fishing of wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). «Biology Letters», 2009, doi:10.1098/rsbl.2011.0088

# В Камерун к бабочкам

Доктор химических наук,  
профессор

**Л.В.Каабак**



*Природа, как добрая улыбчивая мать, отдает себя нашим мечтам и лелеет наши фантазии.*

Виктор Гюго

В январе 2004 года мне и Андрею Сочивко удалось осуществить нашу давнишнюю мечту — отправиться в энтомологическую экспедицию в Африку. Здесь обитают около трех тысяч известных видов дневных бабочек, ночных же — раз в десять больше. А самые яркие, прекрасные и удивительные бабочки живут в джунглях. Поэтому мы и выбрали Камерун, который за его природное разнообразие называют «Африкой в миниатюре». Именно на юге Камеруна сохранились обширные влажные тропические экваториальные леса, где обитают удивительной красоты бабочки. Да и российские энтомологи, насколько нам известно, здесь еще не бывали.

## Дуала — Яунде — Эболова — Амбам

Из Амстердама в Найроби вылетаем поздним вечером, так что над Африкой проводим всю ночь. Мигающие сигнальные огоньки на крыльях пронзают кромешную тьму за иллюминаторами. Мысль о том, что внизу Африка, переполняет радостью и предвкушением чуда.

На рассвете приземляемся в Найроби. Красная заря уже охватила полнеба, когда мы вышли из самолета и направились к зданию аэропорта. Удивил холод: температура воздуха явно ниже 15°, а ведь рядом, на севере, — экватор. Все объяснили показания высотомера в моих часах: 1600 м над уровнем моря.

У нас нет кенийской визы, и часов семь до вылета в Дуалу проводим в зале ожидания аэропорта. И вот уже самолет взмывает над Найроби. На юге — массив Килиманджаро, увенчанный небольшим снежником, на севере — гора Кения (5199 м). Вскоре впереди показалось большое темное озеро. С трудом верится: под нами озеро Виктория!

По мере движения на запад все обширнее становятся джунгли. И наконец они уже покрывают сплошной медвежьей шкурой все волнистые возвышенности. Над бескрайними лесами летим несколько часов: африканские джунгли протянулись с востока на запад почти на 5000 километров, а с севера на юг — до 1500 км.

Посадочной полосы в Дуале, самом крупном городе Камеруна, колеса коснулись в прозрачных, еще светлых, лиловатых сумерках. Из багажного отделения выходим с объемистыми рюкзаками и сумками — и сразу оказываемся в окружении десятка чернокожих ребят, лет от 15 до 25, шумно предлагающих отнести наш груз к такси. Не отдавая вещей, спрашиваем, где можно обменять доллары или евро на центральноафриканские франки (ЦАФ). Надо побыстрее добраться до автовокзала Дуалы и успеть на последний вечерний автобус в Яунде, столицу Камеруна. Окруженные орущей толпой, мы выходим из аэропорта, загружаемся в ближайшее такси, но парни суют головы в открытые окна машины и оглушительно кричат: «Give me my dollars!» Даем самому голосистому пару долларов и не без труда трогаемся.

В просторном, снабженном кондиционером международном автобусе по великолепному шоссе катим в Яунде. Путь долгий — не менее 200 км. Свет фар выхватывает из тьмы отдельные деревья, редкие строения и детей, предлагающих пассажирам бананы, орехи, бутилированную воду... Не прошло и десяти минут после отправления из Дуалы, как с переднего сиденья встал молодой человек и, повернувшись к салону, начал громко, выразительно что-то излагать по-французски. Слушали его заворожено. После почти полуторачасовой декламации перед оратором появилась огромная корзина, наполненная кусками мыла, шампунями, зубной пастой и тому подобным. Корзину опустошили моментально.

В автобусе мы познакомимся с парнем, представившимся таксистом из Яунде. Он живет рядом с автовокзалом и предлагает нам подождать его там. Затем он отвезет нас в гостиницу.

В Яунде въезжаем за полночь. Не прошло и получаса, как на машине появляется наш первый камерунский знакомый. Через час-полтора езды по безлюдным, слабо освещенным улицам находим гостиницу со свободным номером, уютным, прохладным и просторным. Цена — 30 долларов. Дороговато, но мы не собираемся здесь задерживаться, ведь наша цель — джунгли.

С утра звоним в посольство РФ — за пару дней до вылета мы отправили туда факсом письмо Центрального дома ученых РАН с сообщением о нашем прибытии. К телефону приглашают консула. Молодой женский голос обещает подъехать за нами в гостиницу. Вскоре у входа останавливается темно-синий «мицубиси-лансер». Выходит улыбающаяся, очень симпатичная девушка. Протягивает руку: «Клара, консул».



Направляемся в посольство. Клара уверенно ведет машину в хаотичном автомобильном потоке. Движение регулируют полицейские на перекрестках. Город с более чем миллионным населением и преимущественно малоэтажными строениями занимает огромную территорию. Пустыри завалены мусором. Ультрасовременных зданий немного. Над всем возвышается громадное овальное блюдо футбольного стадиона.

В посольстве сдаем на хранение обратные билеты, аварийный запас денег и тут же снятые фотокопии наших загранпаспортов. Затем Клара, великолепно знающая Яунде, везет нас в фирму, которая выдает напрокат автомобили-внедорожники. Нам предлагают огромный лендровер — как раз то, что надо. Увы, о цене договориться не смогли: 1700 долларов за 35 дней — для нас слишком много.

Утешение Клара показывает нам город. Вскоре с удивлением замечаем, что все вокруг изменилось: наступила тишина, а доселе многолюдные улицы опустели. Вдруг недалеко раздается ликующий оглушительный вопль. Источник — плотная толпа, обращенная к улице спинами. На тротуаре стоит телевизор. От счастливых зрителей узнаем: футболисты Камеруна играют с командой Замбии и только что забили первый гол. Радостный рев раздавался еще не раз: камерунцы выиграли с крупным счетом.

Ближе к вечеру по шоссе, петляющему в горно-лесистой оправе столицы, выезжаем за город. С высоты видим Яунде, широко разбросанную по холмам и прикрытую у горизонта плотной желтовато-серой дымкой. Она скрыла и голубизну закатного серебристого неба. Клара говорит, что частая здесь мгла — это песчаная пыль, принесенная из Сахары северо-восточным ветром харматаном.

Сознавать, что вместо поиска бабочек в джунглях мы теряем время в городе, было мучительно. И на следующий день, последний в январе, на автобусе мы выехали в Эболова — административный центр Южной провинции. Оттуда направимся в Амбам, окруженный бескрайними лесами городок — или большой поселок — километрах в двадцати от границы с Экваториальной Гвинеей и с Габоном.

От Яунде до Эболова не более 200 км прекрасного шоссе, до Амбама еще 90 км. Постепенно строения сменились лесом, перемежающимся плантациями. Чем дальше, тем плотнее джунгли покрывают холмы. Проехали огромное болото, возникшее на месте вырубки. Похоже, оно увеличивалось, захватывая и губя все новые деревья.

Едва выехали из Эболова, как нас остановили на посту дорожной полиции. Улыбчивые полицейские проверили паспорта, справки о прививках, прочитали письмо консула и, пожаловавшись на жару, вежливо попросили на пиво.

Вскоре совсем стемнело, жара спала. Изредка в свет фар врывались ночные бабочки, среди них и громадные сатурнии. Бездорожьем, по крутому спуску, водитель подвез нас к ярко освещенной одноэтажной гостинице с большой верандой по фасаду. Владельцы гостиницы — молодая чета — за умеренную плату предоставили нам просторный номер — все удобства, почти бесшумный кондиционер с дистанционным управлением. Сгорая от нетерпения, ждем утра — первого выхода в африканские джунгли!

## Первый день в Амбаме

На рассвете проснулись с ощущением близкого чуда. Первая мысль — нет ли на веранде и около светильников ночных бабочек, прилетевших ночью на свет? Сразу — чтобы опередить насекомоядных птиц — иду в холл и на полу у выхода на веранду вижу великолепную крупную коричневато-красную сатурнию. В семейство *Saturniidae* входят бабочки от мелких до гигантских, но самые крупные по площади крыльев бабочки мира — именно сатурнии. Пожалуй, к ним относятся и самые красивые, и самые причудливые ночные бабочки. В Африке встречаются виды с задними крыльями, украшенными хвостами, длина которых

в несколько раз превосходит размах крыльев. Характерная особенность сатурний — огромное яркое глазчатое пятно, обычно образованное центральным глазком и разноцветными концентрическими окружностями, которые напоминают кольца Сатурна, отсюда и название семейства. Некоторые изумительной красоты сатурнии обитают только в Африке.

Выходим в поселок — надо позавтракать, оглядеться на местности. Гостиница оказалась на окраине. Солнце еще не встало, не жарко. Безлюдно. Пересекаем посадки высоких пальм и оказываемся на улице, ведущей к центру. За канавами, напоминающими арыки, — одноэтажные дома.

Спрашиваем продавца, открывающего магазин, где кафе получше. Показывает через дорогу, наискосок. Переходим улицу — а прямо перед нами на белой стене распласта крылья огромная сказочная бабочка *Dactyloceras lucina*, африканский представитель древнего семейства брамеи (*Brahmaeidae*). У нее удлинённые передние крылья, в окраске преобладает коричневый цвет разнообразных оттенков. А тонкие волнистые жемчужно-светлые нити, чередуясь и перекрещиваясь, создают волшебный узор, превращающий бабочку в невидимку среди тропических растений. Там же мы нашли еще нескольких интересных ночных бабочек, привлеченных светом электрической лампы, и крупного — длиной около десяти сантиметров — жука-усача. Он лежал на спине и безуспешно пытался перевернуться.

В кафе, скорее, маленьком ресторане — несколько столиков в помещении и снаружи — нас приветливо встретила владелица, высокая, в эффектной тюрбане и легкой нарядной одежде. Завтрак нам очень понравился, и мы пообещали вернуться вечером. Хозяйка спросила, что мы закажем на ужин — говядину, цыпленка или рыбу «капитан» — африканский деликатес. Конечно, выбираем рыбу.

Купив несколько бутылок воды, пару плиток местного шоколада — наш обед, заходим в гостиницу за снаряжением и фотоаппаратурой и спешим в лес. Уже около девяти утра. Солнце быстро растворяет туман, скрывавший небо, начинает припекать. За Амбамом на развилке дорог выбираем ту, что идет на юго-восток, до поселка Минкоо. Через полусотню метров асфальт кончился, но и с гравийным покрытием она осталась столь же широкой. Редкие машины тащили за собой шлейфы красновато-желтой пыли — как на дорогах Средней Азии. Странно: ведь на таких широтах (примерно 2° с.ш.), согласно литературе, нет сухого сезона — муссон с Атлантики проливает дожди на влажные экваториальные леса почти ежедневно. Неужели сказывается продвижение полупустыни с севера и вырубка леса в Центральной и Прибрежной провинциях?

Многое из того, о чем пойдет речь дальше, я увидел и узнал благодаря Андрею Сочивко — талантливому профессиональному художнику и фотографу, блестящему натуралисту, смелому, находчивому, феноменально наблюдательному и выносливому. В 1993—2002 годы мы вместе участвовали в десяти высокогорных памирских экспедициях, в 2003-м — больше месяца провели в джунглях Венесуэлы; вместе работали над нашими книгами и статьями о бабочках. И всегда, даже в самых острых ситуациях, он сохранял спокойствие, ясную голову, непостижимую для меня выдержку.



*Dactyloceras lucina*, царица ночи



Хитрая красавица эфедр

...С обеих сторон к дороге подступала плотная стена леса. Местами над зарослями поднимались высоченные деревья с очень красивыми, раскидистыми, парящими над лесом, плоскими сверху вершинами.

Вот уже над дорогой пролетает крупный парусник, а мы еще никак не можем войти в джунгли: редкие тропы около домиков через десяток-два метров упираются в ручей и на другом берегу не появляются. Без тропы же преодолеть барьер колючих и режущих кустарников и трав — невозможно.

Наконец замечаем найденную тропу. Заходим в лес и сразу видим множество бабочек. Чем дальше, тем они удивительнее. Особенно эффектно великолепные стремительные эфедры (семейство *Nymphalidae*). В редких проникающих сквозь листву лучах солнца их крылья вспыхивают и переливаются всеми цветами радуги.

Тропинка привела к уже знакомой речушке. На еще затененном и влажном песчаном берегу сидели лишь мелкие голубянка и акреида. Но вот солнце осветило берег, и сюда слетелась масса бабочек. Усевшись почти вплотную друг к другу, они хоботками тянули из песка влагу. Голубянки, белянки, нимфалиды сидели неподвижно, а парусники — непрерывно трепещут бархатисто-черными с ярким зеленым узором крыльями. По этой тропинке мне удалось пройти еще метров триста, а дальше она затерялась на заболоченном берегу. Андрей смог обследовать значительно более обширный участок.

Часам к пяти, переполненные впечатлениями, выходим из леса. В семь, как и договорились утром, подходим к нашему ресторану. Нарядная хозяйка радостно встречает нас, выдвигает столик к улице, застилает его белоснежной скатертью и уходит готовить ужин.

После восьми быстро стемнело, небо очистилось от серебристой дымки, стало иссиня-черным, и заблестели первые звезды. Из соседней дискотеки доносится музыка. Многие прохожие, особенно молодые, пританцовывают под нее. Женщины восхищаются прекрасными рельефными фигурами, легкой плавной походкой и стройностью. Некоторые несут на головах объемистые свертки, корзины, связки бананов...

И вот на столе появляются праздничный сервиз и блюда с яствами: салат из авокадо, политый оливковым маслом, три рыбины под красным соусом, тарелки с гарнирами — рис, жареный картофель и бананы «плантан», графинчики и баночки с приправами... Все оказалось необыкновенно вкусным, особенно «капитан» и соус к нему. Осилить мы смогли всего две рыбины — третью решили взять в гостиницу, на завтрак. Мы уже еле дышали, когда хозяйка вынесла широкую вазу, наполненную только что выжатым густым оранжево-красным соком папайи. Тут же в сок выдавили несколько лаймов — маленьких, зеленых, но вполне спелых. За сказочным десертом засиделись до одиннадцати. Улица постепенно опустела. Воздух охладился до 22°C (в моих часах, помимо высотомера, есть термометр и барометр).

За все яства мы заплатили совсем немного. Высказав нашу искреннюю благодарность и восхищение щедрой хозяйке и

заказав на следующий день цыпленка, тепло попрощались с ней. «Домой» направились с третьей рыбиной между двумя тарелками.

Удивительный день закончился. Едва закрыл глаза — увидел массу ярких разных бабочек на фоне стены леса, и сразу сон поглотил их.

## Поселок и джунгли

Ранним утром отправляюсь на прежнее место — лесную тропу у речушки, а Андрей — разведать подходы к самому высокому из подступивших к Амбаму холмов. Впереди на дорогу из школы выходит колонна мальчиков и девочек лет до двенадцати, все в аккуратной бирюзовой форме. Идут, пританцовывая и выполняя несложные физические упражнения под собственное пение. Поравнявшись с молодым преподавателем, спрашиваю, можно ли их сфотографировать — «No problem». Обгоняю колонну, поднимаю фотокамеру. Дети остановились и замерли, внимательно глядя в объектив. Я поспешил нажать спуск: мне показалось, что они перестали дышать.

Хотя второй день в джунглях я провел на вчерашнем месте, многие бабочки оказались совсем других видов — разнообразие потрясающее.

Мы не только сами отдавались вечерним пиршествам, но и готовили угощение для бабочек: куски бананов и кожуры ананасов выдерживали в сахарном сиропе. Забродившая смесь — лакомство для сатиров (семейство *Satyridae*) и многих видов нимфалид. Приманки кладут на пеньки, стволы упавших деревьев, нанизывают на кончики веток. С наслаждением напившись хмельного сока, бабочки утрачивают осторожность, позволяют фотографировать себя с близкого расстояния и даже брать пинцетом. У прекрасных хитрых эфедр так раздувалось брюшко, что они и взлететь не могли.

К сожалению, великолепные плотоядные хараксы (семейство *Nymphalidae*) нашим яствам предпочитали экскременты и гниющие останки животных. Этих быстрых красавиц при-



Школьники позируют перед объективом

ходилось ловить на лету. А парусников привлекают только ароматы и нектар цветов. Удивительные здесь голубянки, мягкие тоненькие хвосты на задних крыльях которых в два-три раза длиннее их тельца, тоже к приманкам равнодушны.

На четвертый день Андрей нашел тропу на другой стороне от дороги, почти напротив первого места наших поисков. Тропа вела в прореженный вырубкой лес с обилием бабочек. Здесь летали и разнообразными нимфалиды африканского рода цимотое (*Cymothoe*). Конечно, следующим утром мы направляемся туда. С нами — и уже «созревшие» приманки в бутылках из-под воды. В полную силу приманки «заработали» к полудню: на каждой замерли с наслаждением роскошные эфедры, цимотое и более скромные сатиры...

Лес пересекали короткая просека до заброшенной плантации и две сходящих тропинки, которые вели к берегу все той же речушки. Их проложили местные жители, использующие речной песок при строительстве. Здесь было светлее, чем на нашем первом месте, и попадались крупные одиночные розовые цветы, напоминающие колокольчики. Изредка над ними зависала в полете похожая на колибри коричневая птичка с длинным тонким изогнутым клювиком и пила нектар из глубокой чашечки. Высоко над просекой и зарастающей плантацией пролетали величественные парусники: светлые самцы дардануса (*Papilio dardanus*), пестрые яркие лормиэри (*P.lormieri*), бромииусы (*P. bromius*), демодокусы (*P.demodocus*)...

У нас сложился режим дня: в пять-шесть вечера мы возвращались из джунглей, делились наблюдениями и радостно шли на фантастический ужин. С хозяйкой ресторана, мадам Овоно Юдифь, мы стали друзьями. Отдавая должное ее кулинарному мастерству, на оставленных ей визитках мы написали: «To the best cook of Cameroun». Не в меньшей степени восхищали ее активная доброжелательность, ум, удивительное чувство юмора. Она осталась в нашей памяти как символ Африки — мудрой, яркой, доброй, жизнерадостной.

Как только мадам Овоно узнала о наших неудачах с арендой автомобиля, она предложила машину своего сына Абады, который живет в Дуале, а сейчас с женой гостит у нее в Амбаме. К нашей гостинице белый «ниссан» 4X4 подкатил через день, 11 февраля, на рассвете. Мы немного разочарованы: думали, машина помощнее. Но выбора нет, да и остается всего 25 экспедиционных дней. Быстро сошлись на цене за аренду — 1000 долларов. Не прошло и часа, как документы на передачу машины в аренду Андрею были оформлены.

## На своей машине

«Ниссан» круто изменил нашу жизнь. Стали доступны дальние маршруты, экспедиционный быт, лов и наблюдения за ночными бабочками... Для придания этому быту элементов комфорта покупаем китайскую калильную лампу с циркониевым колпачком, испускающим яркий свет в пламени паров бензина.

На рассвете переносим в машину всю свою поклажу, расплачиваемся с сонным хозяином за гостиницу и выезжаем в Яунде. Там поменяем валюту, запасемся продуктами недели на две, встретимся с Кларой.

Приятно мчаться в утренней прохладе по гладкому асфальту между темно-зелеными стенами бескрайнего тропического леса в обрамлении кустов, усыпанных сиреневыми пушистыми цветочками, и высоких зарослей крупных желтых ромашек. На жемчужном рассветном небе четко выделяются темные холмы.

Ближе к Яунде у дороги все больше торговцев. Предлагают бананы, ананасы, папайю, авокадо, помидоры, морковь, капусту, картофель... Ремесленники выставили сплетенную из веток и лиан мебель (по-моему, очень удобную), плетеные сосуды разнообразной формы и другие изделия. Часто видим громадные щиты с призывом «встать барьером на пути СПИДа».

К часу мы уже в Яунде. Все продукты закупили в одном универсаме. Любимую гречку в Африке, как и в Южной Америке, даже искать не стоило, и добрейшая Клара, несмотря на наше



слабое сопротивление, отдала весь свой еще московский запас. На уличном базаре выбрали пару громадных, килограммов на пять каждый, душистых янтарных ананасов. В Эболова на бензозаправке заполнили баки и 20-литровую канистру — запас для генератора.

Солнце еще не скрылось за лесом, когда мы съехали на приглянувшуюся утром полянку на берегу Мборо. Андрей загнал машину за кусты, к краю леса, метров на 80 от шоссе. Рядом начинался крутой, плотно заросший спуск к реке, скрытой зарослями. Проход к ней расчищали секачом. Каменистый берег стал нашим пляжем.

С приготовлением ужина и установкой палатки пришлось торопиться. На северо-западе мы впервые увидели в небе Камеруна тяжелую тучу. Высокие глыбистые пепельные башни вздымались по ее краю. Она казалась неподвижной. Но вскоре стало ясно: наливаясь тьмой и разбухая, туча медленно приближается. И вот уже на ее черно-лиловом фоне возникли низкие белесые облака и помчались на юго-восток, отмечая направление движения грозы. Эти стремительные облака почернели и за несколько минут скрыли небо. Ужинаем при свете костра, под все более громкое ворчание грома. В палатку нас загнали первые капли, очень крупные, теплые.

Лежим в полной тьме и слушаем, как ровный гул, усиливаясь, несется к нам и, наконец, с грохотом обрушивается на наружный тент. Вскоре набравший мощь гром перекрыл грохот ливня. Мигающий постоянный свет молний, яркий даже в двойной палатке, не прекращался в течение часа. Мы надеялись, что гроза пройдет быстро и можно будет начать лов ночных бабочек, привлеченных светом 180-ваттной лампы, питаемой от нашего генератора. Но дождь, сменивший ливень, шел почти до рассвета...

В утренних сумерках меня разбудил крик птицы. Первые звуки «а-а» были тихими. Но каждый следующий звучал громче и протяжнее предыдущего. В трагических «а-а-а-а!» появились боль и отчаяние. Никогда прежде не слышал крика, столь эмоционального. К воплям отчаяния присоединилось спокойное, ровное, будто из автомата, «ко-ко, ко-ко...» В последнем «а-а-а-а-а!!!» отчаяние достигло предела, потом последовало невыразительное «а-а» и новое восхождение к вершинам трагизма.

Утреннее солнце быстро разогнало низкий туман, скрывший небо, и оно, как обычно, оказалось не голубым, а жемчужным от легкой дымки. На цветущих кустах вокруг нашего лагеря появились первые бабочки: акреиды, толстоголовки, крупные белянки...

Для обследования Андрей выбрал тропы, уходящие в джунгли по одной стороне от моста, а я — тропу на другом берегу. По пустой трассе перехожу мост и сворачиваю к лесу. Вдоль тропы летали разные великолепные эфедры, а у земли, среди лиан и опавших веток, — темные, осторожные сатиры. Метров на 30 тропа обильно усыпана крупными, свежими ярко-желтыми цветками, вероятно сбитыми ливнем с цветущего в вышине дерева. Выхожу к прозрачному небыстрому ручью и сразу вижу — летит, взмахивая крыльями, роскошная, темно-синяя, блестящая на солнце стрекоза. Она похожа на наших стрекоз-красоток, но крупнее и ярче их. За ручьем тропа продолжается и через 1,5—2 км приводит на плантацию деревьев какао.

Уже за полдень, на обратном пути, у ручья вижу: на «водо-пое» — освещенном солнцем влажном, каменистом берегу — настоящая выставка бабочек. Разнообразные белянки, эффектные парусники, в том числе и огромный пестрый лор-миэри, пара нимфалид *Cyrestis camillus* распластала светлые, с четким графическим рисунком крылья... Тут меня стремительно облетает крупная эфедра и, будто предлагая поиграть с ней, садится на тропе метрах в четырех-пяти. Осторожно приближаюсь, но хитрая бабочка на длину сачка не подпускает, отлетает метра на три и снова присаживается на тропу. Принимая игру, сбрасываю рюкзачок и снова крадусь к красавице, которая явно дразнит меня. Метров через сто я ей надоел, и она скрылась в чаще.

Надо быстрее возвращаться к брошенному рюкзачку: там и деньги, и документы. У рюкзачка застаю пожилого мужчину с мачете и корзиной дров за спиной. Он с удивлением глядит на необычный предмет. Приветливо здороваюсь с ним, сразу представляюсь: журналист из России, из Москвы. Но тот насторожен, глядит недоверчиво. Странно, ведь под Амбамом встречные на лесных тропах и на подходах к джунглям всегда улыбались нам и здоровались. Закидываю за спину рюкзак и не спеша иду к опушке. Новый знакомый — сзади, метрах в двадцати.

Вскоре в лагерь вернулся и Андрей. А наблюдение за нами продолжалось. И хотя кусты скрывали лагерь, на мосту, сменяя друг друга, маячили «часовые», добросовестно глядящие в нашу сторону. В сумерках пост сняли: похоже, в лесных поселках боятся темноты.

Когда стемнело, Андрей залил в генератор бензин и масло, установил белый экран и повесил перед ним ртутную лампу. Наконец-то мы смогли начать лов ночных бабочек! Первым уселся на экран замечательный олеандровый бражник *Daphnis nerii*. От ночного сбора бабочек в тропиках всегда ожидаешь чуда: количество видов ночных бабочек раз в десять превышает число видов дневных. Но то, что мы увидели уже в первую ночь, превзошло все ожидания. Экран расцвели фантастические бабочки, богомолы, кузнечики, жуки... Сказочные брамеи, прекрасные громадные сатурнии родов эпифоры, лобобунии, псевдоантереи, имбразии... Их преимущественная окраска — ярко-желтая, красно-бурая, шоколадная, жемчужная. Как брошенный камень, в экран ударялись и оставались на нем стремительные разнообразие бражники. Некоторые очень крупные красно-бурые псевдоантереи, врываясь в свет из тьмы джунглей, садились не на экран, а, распластав крылья, на нижнюю сторону ближних листьев. Поглощенные чудесами на экране, мы не очень страдали от атакующей тучи комаров, иногда даже забывая о репелленте, которым щедро снабдила нас заботливая Клара.

Едва посерел восток, выключили генератор. А когда совсем рассвело, увидели на мосту очередного наблюдателя. Сразу после завтрака мы подошли к нему, чтобы разрядить ситуацию. Андрей по-французски говорит ему, кто мы, откуда и чем занимаемся в Камеруне. Лицо собеседника непроницаемо. Идем в лес, тот за нами. Когда мы стали фотографировать бабочек, он произносит неожиданно по-английски (французский в Камеруне более распространен): «I am the guard of the treasures of this forest» — «я страж сокровищ этого леса». Даем ему 1000 ЦАФ (около 50 рублей) «на охрану природы». Чтобы закрепить дружбу, Андрей просит продать нам связку бананов и принести их вечером в лагерь. Впервые улыбнувшись и поблагодарив, явно довольный, «страж» уходит.

Мы провели на берегу Мборо еще пять замечательных суток. И днем, и ночью лес дарил нам разнообразных, поразительно прекрасных бабочек. А вот крупные животные встречались очень редко. Однажды я увидел большую обезьяну — она медленно взбиралась по стволу. Разглядеть ее не успел: отвлекла роскошная эфедра.

В Амбам, в свою гостиницу, возвратились 18 февраля, к вечеру. Меня разбудил стук в дверь. Было полдесятого. Кто-то

позвал Андрея. Он не возвращался довольно долго, и я забеспокоился. Выхожу на веранду и вижу в креслах смущенного Андрея, владелицу гостиницы и трех совсем молоденьких смеющихся девушек. Оказывается, хозяйка предлагает Андрею в жены своих трех младших сестер (в Камеруне полигамия) и хочет, чтобы он отвез их в Москву. Говорю, что для Андрея это слишком много, и прошу хотя бы одну себе. Женщины испуганно замахали на меня руками, и пришлось ретироваться. Кстати, в Камеруне девушки могут выходить замуж с 11 лет.

Наш следующий маршрут проходил по проселочной дороге от Амбама к южным окрестностям Эболова, проложенной восточнее основной трассы. Протяженность около 80 км. Перед выездом надо было позвонить Кларе: мы понимали, что она тревожится за нас. Нам посоветовали обратиться к живущему недалеко от гостиницы владельцу радиотелефона — у него участок с великолепной виллой, окруженный металлической оградой. Но дозвониться не удалось, и за три безответных набора номера предприимчивый хозяин трубки взял с нас восемь долларов.

## Проселочными дорогами к Эболова

В Амбаме пополнили запасы воды, продовольствия, бензина и выехали на красноватую глинистую неширокую дорогу в промоинах от дождевых потоков. Местами над ней, образуя туннель, смыкались раскидистые деревья. Было непривычно пасмурно. Небо скрыли, как у нас осенью, низкие быстрые темные облака, изредка брызгавшие дождем. Высматривая тропы и просеки, по которым можно войти в джунгли, проехали мимо двух деревенок, зажатых лесом и обочиной. В каждой по пять-шесть деревянных или похожих на саманные домиков с пустыми оконными проемами; электричества, как почти везде в окрестностях Амбама, нет, зато имеется ухоженное футбольное поле с воротами.

Оценив увиденное, решаем вернуться к первой, ближайшей к Амбаму просеке. Похоже, прилегающий здесь к трассе участок готовят под плантацию: буреломом лежат и торчат обугленные деревья. По едва заметной машинной колее отъехали от дороги метров на четыреста и остановились у опушки. Дальше в лес вела тропинка. Тяжелые темные облака к этому времени истончились, появилось солнце. Поэтому разбивку лагеря откладываем на вечер и отправляемся на поиски.

К машине, к месту нашего будущего лагеря, вернулись за светом. На соседнем дереве — три крупные птицы-носорога. На фоне предзакатного неба четко выделялись их непропорционально огромные клювы. У них удивительно шумный полет — сразу вспоминаются фантастические сообщения об обитающих в дебрях Камеруна птеродактилях. Вообще же птиц в африканских джунглях мы видели очень редко. Обычно их выдавали странные крики, реве — пение.

В тот день я прошел километра три по тропе к плантации в глубине леса. Из встреченных бабочек самое сильное впечатление оставили стремительный, как яркая синяя молния, характер лаодице (*Ch. laodice*), черно-розовато-красная палла дециус (*Palla decius*) и сияющая розовыми жемчужными переливами крупная красавица саламис парассус (*Salamis parhassus*).

Недалеко от лагеря нас поджидали три крепких парня. Английский они знали слабовато, я совершенно не владею французским, но все же понял: вождь деревни встревожен нашим появлением и послал их выяснить, кто мы, и привести к нему. Вскоре подошел Андрей. Хотя французский он учил более двадцати лет назад, многое понимал и мог сказать. Андрей пообещал утром подъехать к вождю и купить в деревне бананы и папайю.

После ночного лова и завтрака снимаем лагерь. Пожилой вождь в камуфляжной форме встречает нас приветливо. Неторопливая беседа в окружении свободных от работы на плантации жителей длится около получаса. Затем даем ему на нужды деревни 5000 ЦАФ, платим за фрукты и тепло расстаемся.



Ако-Акос

Останавливаемся у короткой просеки, ведущей к небольшой вырубке. И здесь — немало замечательных бабочек. Мне удалось на лету поймать быструю огромную яркую самку харакса протоклея (*Ch. protoclea*). Осторожных, оберегаемых природой самок обычно труднее найти, чем самцов. Как всегда, отличные результаты у неутомимого, наблюдательного Андрея.

В поисках места для лагеря катим на северо-запад. Профиль дороги — синусоида: за плавным спуском — плавный подъем. И вдруг за поворотом в открывшемся проеме видим чудо! Из малахитовой пены джунглей взмыл огромный скальный клык с закругленной, слегка скошенной вершиной. Это — Ако-Акас, достопримечательность Камеруна. За ней возвышались два крутых лесистых холма. Решаем завтра же подняться к пику.

А пока надо отъехать на пару километров назад, к приглянувшейся полянке у дороги рядом с прозрачной речкой Нсама (правый приток Мборо), скрытой в зарослях. Не успели поставить палатку, как подходят два молодых человека. Один представляется заместителем вождя и настойчиво просит нас заночевать в деревне. Говорит — там спокойнее, безопаснее. Мы твердо отказываемся. Узнав о нашем желании идти к пику Ако-Акос, визитеры рекомендуют гида. Отвечаем, что у нас есть опыт восхождений и гид не нужен. Едва они ушли, появился



Лакомства харакса непривлекательны с нашей точки зрения

третий парень, тоже представившийся заместителем вождя, тоже звал в деревню и предлагал гида. Только с наступлением темноты мы остались одни.

А ночью на свет летели и летели чудесные бабочки, и некоторых я увидел впервые.

На рассвете искупались в бодряще холодной Нсаме. Как и в тропиках Южной Америки, вода в небольших реках, скрытых от солнца плотным пологом джунглей, довольно прохладна. Почти ежедневно я замерял температуру воздуха, и ни разу в тени она не превысила 31,5°C, а ночью опускалась до 20°C. Возможно, сказывалась высота нагорья — около 700 м над уровнем моря.

Возвращаемся с пляжа и видим: наш лагерь превратился в сцену. Перед ним две группы зрителей: около десятка взрослых и отдельно — дети. Здороваемся, разжигаем костер и начинаем готовить завтрак. Зрители молча наблюдали. Дольше всех остались дети и седой мужчина лет шестидесяти, спросивший, кто мы. Дети ни о чем не спрашивали, ничего не просили — просто смотрели. У самого маленького, как обычно у здешних малышей, выступает животик — наверное, из-за преимущественно растительной пищи. А черные блестящие глаза у всех — широко открытые, любознательные, умные, готовые вспыхнуть искрами радости. Детишки не провинциально застенчивы, а охотно и весело идут на контакт, хотя прежде не видели белого человека. К счастью, у нас был пакетик с конфетами.

Сразу после завтрака отправляемся к пику. На дороге, метрах в ста от ведущей к нему тропинки, нас явно поджидают. Парень говорит, что подниматься на гору можно только с гидом. Мы отказываемся, идем дальше. Тот за нами. Твердит: «Без гида нельзя, будет плохо». Просим отвести нас к вождю деревни. Вождь оказался тем самым стариком, что посетил наш лагерь утром. Даем ему 5000 ЦАФ на развитие деревни, обещаем купить здесь фрукты и получаем разрешение идти без сопровождения.

Тропа сначала проходит лесом. На высоте около 800 м над уровнем моря она выводит на склон с редкими деревцами. По мере подъема — все круче склон, а почва сменяется темными каменными плитами. До отступившего в даль горизонта бугрятся холмами кудрявые джунгли. Сколько же тайн скрывают они! А вот бабочек почти нет. Лишь изредка проносится одинокий харакс. Удивили и напомнили о Южной Америке растущие здесь кактусы.

Бедность энтомофауны компенсировали тучи мелких, как домашние мухи, нежалящих пчел. Они лезли в глаза, набивались в волосы, покрывали все открытые участки кожи и отстали лишь в лесу.

23-го, почти затемно, мы сняли лагерь и продолжили путь в Эболова. Езды — не более 15 км. Довольные последними сборами насекомых, оживленно обмениваемся впечатлениями. Неожиданно машина куда-то упала. Сильнейший толчок, и мотор заглох. Застрали в безлюдном месте, сломали чужую машину! Но «ниссан» завелся сразу и выскочил из заполненной водой ямы, замаскированной под лужу. Благодарю в душе японское качество.

Из Эболова позвонили Кларе, успокоили ее. Заночевали в гостинице «Атланта», в восьми километрах от Эболова, на трассе к Амбаму. Там мы приняли вид, позволяющий посетить посольство, и на рассвете выехали в Яунде. Завершилась первая часть нашего путешествия.



# Свёкла

**Что за растение свекла?** Свекла — растение семейства маревых. Ее родственники — огородный шпинат, лебеда и саксаул. Дикие предки свеклы в природе не сохранились. Скорее всего, культурная свекла представляет собой результат природной гибридизации двух или более диких видов, одним из которых была свекла морская *Beta vulgaris subsp. maritima*. Она до сих пор растет на побережьях Южной и Западной Европы. Первоначально людей привлекли сочные листья, и они вывели листовую свеклу, или мангольд (*B. vulgaris subsp. cicla*). Мангольд выращивали еще на вавилонских огородах, а первые письменные упоминания о нем датируют VIII веком до н. э. У современных сортов длина листьев достигает 30—40 см, зато корень тощенький, ветвится и глубоко уходит в почву. Выдернуть листовую свеклу из земли непросто.

Позднее внимание земледельцев привлекли сочные корни, и в культуре возникла столовая корнеплодная свекла *B. vulgaris subsp. esculenta*. Произошло это, видимо, в Средиземноморье. К славянам столовая свекла попала из Византии, в Киевской Руси ее уже хорошо знали. Собственно, «свекла» — это измененное греческое слово «сфекели». В XVI веке в Германии появилась кормовая свекла, для которой главное — размер корнеплода. У некоторых сортов он достигает 10—15 кг. Правда, сам корнеплод жесткий, но жвачные животные с удовольствием его едят. Десятикилограммовую свеклу тяжело вытаскивать из земли, поэтому селекционеры создали специальные сорта с овально-цилиндрическими корнеплодами, которые неглубоко сидят в почве и легко выдергиваются. Поскольку большая часть этого крупного овоща выступает над землей, кормовую свеклу можно смело назвать столбовой.

В XVIII веке из особо сладкой столовой свеклы вывели сахарную — *B. vulgaris subsp. altissima*. Она содержит до 20% сахарозы, и более трети всего пищевого сахара получают именно из нее (см. «Химию и жизнь», 2010, № 4).

**Какие у свеклы плоды?** Свекла — двулетнее растение. В первый год оно образует мясистый корень и розетку листьев, а во второй цветет. Если собранный осенью корнеплод сохранить до весны, а потом снова посадить, то из него вырастет высокий ветвистый цветonoсный побег. На его верхушках пучками по несколько штук распускаются мелкие невзрачные цветки, в которых завязываются плоды орешки. Эти орешки потом срстаются и образуют соплодия — в каждом из них бывает до семи жизнеспособных семян.

**Чем полезна свекла?** Говоря о свекле, мы чаще всего подразумеваем столовые сорта. Их корнеплоды содержат 8—12% сахаров, в основном сахарозы, до 2,4% белка, около 1,2% пектиновых веществ, органические кислоты и 0,7% клетчатки. Как и в любом овоще, в свекле есть витамины (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Р и РР), но немного, поэтому полностью обеспечить человека витаминами она не может. Ее ценность — в макро- и микроэлементах.

Свекла богата железом (1400 мг на 100 г массы) и потому полезна при анемии; люди, употребляющие ее регулярно, почти не страдают малокровием. Благоприятно действуют на кроветворение марганец, медь и цинк, которого в свекле особенно много. Эти же элементы регулируют обмен веществ и работу половых желез.

Своим характерным вкусом свекла обязана растительным гликозидам сапонинам, которые связывают холестерин в кишечнике.

Ценнейший компонент свеклы — бетаин (триметилглицин ( $\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ ). Впервые его выделили из сока сахарной свеклы, но это соединение входит в состав и других растений, в том числе шпината, ягод дерезы обыкновенной, семян хлопчатника и вики, а также некоторых микроорганизмов и моллюсков. Бетаин — донор метильных групп, которые необходимы для нормального протекания многих биохимических процессов. Их недостаток в организме приводит в том числе к нарушению метаболизма печеночных жиров, жировому перерождению печени и повышению уровня липидов в крови человека. Бетаин защищает печень, снижает факторы риска сосудистых заболеваний и улучшает обменные процессы. По счастью, это вещество устойчиво к нагреванию и потому сохраняется в вареной свекле.

Благодаря наличию клетчатки и органических кислот свекла усиливает перистальтику кишечника. Кроме того, она обладает мочегонным, легким слабительным, обезболивающим и противовоспалительным действием, понижает артериальное давление и укрепляет капилляры. Поэтому свеклу рекомендуют для профилактики и лечения гипертонии, атеросклероза и других заболеваний сердечно-сосудистой системы. Исключительный продукт, одним словом. Все полезные свойства свеклы сохраняет и сок. Правда, к этому напитку нужно привыкнуть. Специалисты советуют на первых порах разбавлять его водой или другим соком, подслащивать медом или вареньем.







**Всем ли можно свеклу?** По мнению диетологов, человек должен ежегодно съедать не менее 7,2 кг свеклы. Однако некоторым людям она противопоказана. Этот корнеплод богат щелочными соединениями и щавелевой кислотой, и его потребление нужно ограничивать при фосфатурии (выпадении в осадок мочи фосфорнокислых солей — фосфатов) и оксалурии (выделении с мочой кристаллов щавелевой кислоты). Из-за относительно высокого содержания сахарозы свекла вредна диабетикам. Нехороша она и больным с повышенной кислотностью. В общем, если есть проблемы с обменом веществ, от свеклы лучше воздержаться. Ну и при расстройстве желудка, конечно — свекла и так стимулирует работу кишечника. Не рекомендуется злоупотреблять свекольным соком, поскольку он усиливает выделение желудочных ферментов и желчи. Розовая норма составляет всего от четверти до трети стакана.

**С какими продуктами сочетается свекла?** Свекла — продукт универсальный. Она способствует хорошему пищеварению, улучшает и облегчает переваривание жирных, мясных, рыбных и других блюд, стимулирует продвижение пищи по пищеварительному тракту, предупреждает развитие запоров. Неудивительно, что ее добавляют во многие блюда. Это постоянный компонент овощных салатов, «шуба» для селедки, основа борща и свекольника. Свеклу варят, тушат и фаршируют, режут маринуют, делают из нее желе и даже сладкие блюда. Рецептов с этим овощем не счесть. Вот, например, салат из свеклы с ананасом. Для его приготовления вареную свеклу, нарезанную мелкими кубиками, смешивают со 150 г консервированного ананаса, бережно заливают полустаканом взбитых жирных сливок и посыпают сверху рублеными грецкими орехами.

А свекольный сок может стать украшением компота. Из 500 мл воды и 60 г сахара варят сироп, кладут в него 120 г очищенного и порезанного ревеня и 35 г изюма и варят 35 минут. Потом в компот добавляют столовую ложку сока сырой свеклы и охлаждают варево.

**Что можно приготовить из свекольной ботвы?** Свекольная ботва едва ли не полезнее самой свеклы. Во всяком случае, белков и аскорбиновой кислоты в ней больше, чем в корнеплоде, много также фолиевой кислоты и калия. Первые культурные сорта были как раз листовые, помните? Ботву маринуют, квасят, начинают ею пироги, делают из нее салаты. Чтобы сырые листья были вкуснее и мягче, их нужно мелко порубить и обдать кипятком.

Тушеные или жареные свекольные черешки — хороший гарнир для мясных блюд, а листья прекрасно подойдут для голубцов. Свекольная ботва годится для любого супа, в рецепт которого входит зелень, в том числе для зеленых щей и ботвиньи. И конечно, ее добавляют в свекольник и борщ.

Любители свекольной ботвы, не забудьте про мангольд. Его, кстати, зимой можно выращивать в цветочных горшках. У мангольда и листья крупнее, и черешки длиннее. Их даже панируют в муке с яйцами.

**Чем отличается свекольник от борща?** Борщ — это густой овощной суп, главный компонент которого — свекла. Другие овощи — картошку, капусту и, разумеется, свекольную ботву добавляют по желанию. Вариантов борща много, с томатной пастой или без нее, постный или на мясном бульоне, но он всегда горячий.

Свекольник иногда называют холодным борщом или свекольной окрошкой. Его готовят из свекольного или свекольно-морковного отвара, часто с добавлением кваса. Ингредиенты окрошечные: зелень, редис, огурцы, крутое яйцо.

**Зачем в борщ добавляют свекольный настой?** Борщ должен быть красным, но при варке свекла выцветает. Чего только не придумывают хозяйки, чтобы сохранить ее цвет! Правильнее всего варить борщ в несоленой воде или бульоне, а соль добавлять минут за пять до готовности. Это, кстати, общее правило при варке всех супов. Некоторые добавляют для красноты томатную пасту, другие — лимонный сок или уксус, а есть рецепты, включающие свекольный настой. Это бульон из-под натертой свеклы, сваренной в небольшом количестве воды с кислым квасом или рассолом. Дело в том, что красные пигменты свеклы, бетацианины, разрушаются при нагревании, оттого борщ и бледнеет. Но в кислой среде и при высокой концентрации они более устойчивы. Когда готовят отвар, его только доводят до кипения, а потом снимают с горелки, дают настояться 15—20 мин и процеживают. Бетацианины не успевают разрушиться, и получается кисловатая красная жидкость.

Н. Ручкина

Художник Е. Станикова





# Спутники

Сергей Кусков

1

Если на пульте подцепить пальцем и откинуть небольшую крышку из дымчатой пластмассы, откроется клавиша — вопреки расхожим представлениям, не красного или оранжевого, а серо-стального цвета. Если ее нажать, вспыхнет сенсорный экран дисплея, прежде черный и безжизненный, и на грязно-зеленом фоне появятся ядовито-красные буквы. Под ними — такие же красные прямоугольники с белыми надписями «Yes» и «No». Это система запрашивает подтверждение команды — операция явно бессмысленная (клавишу не нажмешь случайно), но для чего-то предусмотренная.

Теперь нужно коснуться пальцем прямоугольника «Yes» на экране, и запустится программа подготовки зажигания.

Компьютер по ходу работы запросит данные для курса и ускорения, но их ввод можно пропустить — тогда останутся в силе прежние установки, сделанные еще Ричардом. Пока программа работает, хватит времени приготовить себе чашечку кофе, даже, если есть желание, с бутербродом. И спокойно, не спеша выпить.

Через двадцать две минуты шестнадцать секунд (плюс время, потраченное на ввод данных, — но это немного, если не менять установок) на экране возникнет красная надпись: «START». И прямоугольники «Yes» и «No» под ней. Если теперь коснуться прямоугольника «Yes» и три секунды не отпускать палец от экрана, в воронке отражателя главного двигателя «Эридана» вспыхнет пронзительно-сиреневое пламя термоядерной реакции.

Интересно, увидят ли его с Земли?

В телескоп, пожалуй, увидят. Даже, возможно, в бинокль — в хороший бинокль и в хорошую погоду. Но не сразу, а через полтора года, когда свет дойдет до Земли. И не сиреневый, а зеленоватый, или, может быть, вообще тускло-оранжевый — из-за доплеровского смещения.

Полтора года — если Эйнштейн прав, и скорость света не зависит от системы отсчета. Если же он ошибся — ох и долго будет идти до Земли этот свет! Пожалуй, и вправду его там не увидят: рассеется по пути.

По результатам астрономических измерений Сандро сделал осторожный вывод, что Эйнштейн ошибался. Ноль целых девяносто восемь сотых скорости света набрали в видимом соответствии с классическими законами. По Эйнштейну, с ростом скорости должна была расти и масса корабля, а ускорение соответственно снижаться — из полученных данных это не следовало. Док на это возразил, что по теории относительности ход времени в корабле тоже замедляется, вместе с уменьшением ускорения, и замеры, выполненные из корабля, ничего не покажут. Истину они узнают, когда вернутся на Землю и сверят показания часов.

На девяносто восьми сотых они остановили двигатель, и наступила невесомость.

Сандро любил кофе, сваренный в турке, но в невесомости приходилось пользоваться кофейным автоматом. Хорошо хоть кружка обычная, а не эта нелепая посуда с тефлоновым пузырем внутри и трубочкой снаружи. Сосать кофе — как вам?!



ФАНТАСТИКА

Кружка, конечно, обычная только с виду. Сверху затянута сеточкой из тонкой металлической проволоки, в толстом дне — генератор какого-то поля, кажется, электростатического. Поле слабенькое, но жидкость внутри удерживает. А для того, чтобы отпить, надо быстро нажать на ручке кнопку, снимающую потенциал с сетки, резким движением наклонить кружку и сделать глоток.

Единственное неудобство — от работы генератора на человеке накапливаются статические заряды. Неопасные, но, если схватиться за металлические панели пульта, щелкнет чувствительно. Сандро, однако, приспособился пить кофе, надев на руку монтажный браслет с заземлением. Правда, тогда быстрее расходуется аккумулятор в генераторе поля — ну так его и перезарядить недолго.

Сандро сварил в автомате кофе, налил в кружку и вернулся к пульта. (Два часа вахты прошли — по регламенту положен технологический перерыв.) Вынутый из холодильника бутерброд с сыром он, не вскрывая вакуумной упаковки, сунул слегка подогреться в микроволновку. Пока печка работала, он рассеянно постукивал пальцами по пластмассовой крышке, борясь с искушением открыть ее и нажать клавишу. Это было бы нарушением полетного задания, но придало бы хоть какой-то смысл его вахтам у пульта.

Микроволновка пискнула: готово. Сандро вскрыл упаковку, и на запах сыра из своей дырки высунулся Чарли.

Или высунулась? Кто ее (его) знает, в руки он (она) не дается, а издали определить у крысы пол... Марго, пожалуй, смогла бы, но ей это было неинтересно.

Их было четверо: Ричард — командир, Сандро — штурман, Маргарита — врач, и Людвиг — бортинженер. По имени Людвиг никто не звал — только Док. Он и был на корабле главным, несмотря на то что командир — Ричард.

Построить корабль, который выдержит в пустоте хоть тридцать лет, хоть всю сотню, — давно перестало быть проблемой, но стоит ли тратить тридцать лет, чтоб слетать к Плутону и обратно? А двигателя, пригодного для полета к звездам, не было.

Двигатель создал Док. Он начал заниматься им в двадцать пять лет, а когда построили «Эридан», ему было шестьдесят семь. Он мог бы не лететь, но убедил дирекцию проекта, что двигатель требует личного присмотра.

Тут он, конечно, перестраховался. Наверное, ему просто очень хотелось самому проверить работу двигателя. Установка работала как часы — те самые, по которым проверяли теорию относительности. Девяносто восемь сотых скорости света корабль набрал без единого сбоя, а дальше шел по инерции, с выключенным главным двигателем. Вспомогательные включали только на время еды, чтобы создать небольшую искусственную тяжесть.

Через неделю после остановки главного двигателя Док умер. Утром не появился к завтраку, а когда пришли к нему в каюту, делать что-либо уже не имело смысла.

Марго забрала тело в медицинский отсек — вскрывать. Ричард и Сандро ждали в рубке. Завтрак давно остыл. Корабль подрагивал от работы вспомогательных двигателей: Ричард оставил их включенными, чтобы Марго не пришлось резать труп в невесомости.

Закончив, она пришла и молча остановилась в дверном проеме. Ричард посмотрел на нее вопросительно.

— Сердце, — бросила она, скривившись непонятно отчего.

— А подробнее? — спросил Ричард.

— Подробнее — завалю терминами, которые ты вряд ли знаешь. Начинать?

— Я не о том. Причина-то какая? Не было ж никаких признаков!

— Значит, были, — жестко сказала Марго, — а я проглядела.

Голос ее дрожал. «Истерика будет», — подумал Сандро. Наверное, и Ричард это заметил, потому что сразу же пошел на попятную:

— Рита, не казись. Ну, правда, как ты могла заметить, если он сам ни словом?

Обращение «Рита» неприятно кольнуло Сандро. Он как-то попробовал назвать ее так же и получил в ответ жесткое: «Марго!» Командиру, выходит, можно...

— Да и шестьдесят девять лет, — продолжал Ричард, — это, знаешь, и на Земле далеко не все доживают.

— Разумеется, — криво усмехнулась Марго. — Где-нибудь в Африке. Но в стране с нормальной медициной, в стране, пославшей корабль к звездам... Тем более — на самом этом корабле.

— Он же физик, — вмешался Сандро, — считай, всю жизнь у реактора.

— Так ведь не рак, не лейкемия — сердце!

— А сердце, если на то пошло, — вообще наследственность! Тут никто ничего не сделает.

— Много ты понимаешь... — Марго опять усмехнулась. — Слушайте, ребята, у кого-нибудь найдется закурить?

Ричард посмотрел на нее совершенно дикими глазами.

— Откуда?! Сюда же не брали курящих!

Курящих на «Эридан» действительно не брали, чтобы не грузить систему регенерации еще и табачным дымом.

— Посмотри у себя. Там должны быть жвачки с никотином, — сказал Сандро.

— Много ты понимаешь, — снова сказала Марго. — Если б дело в никотине...

Она развернулась и вышла из рубки.

— Куда она? — спросил Ричард. Оба прислушались.

— Кажется, в кухню, — ответил Сандро. — Не завтракали ж, со всеми этими делами.

— Сказать по правде, и не хочется, — заметил Ричард.

«Мне тоже», — собирался сказать Сандро, но не успел: истошно взвывла пожарная сигнализация, и на электронной схеме корабля замигал красным прямоугольник, обозначающий кухонный отсек. Оба вскочили и, столкнувшись в дверях, вылетели в коридор. Сандро был в кухне первым, и он же первый понял причину тревоги: свернув из бумаги самокрутку с какой-то сухой растительностью (чай, или раскрошенный лавровый лист, или что там нашлось в кухне), Марго пыталась ее раскурить.

Днем позже командир поставил вопрос ребром:

— Надо что-то делать с тру... с Людвигом. Мы не можем возить его с собой.

Они и в самом деле не могли. Основной запас продовольствия составляли не замороженные продукты, а концентраты. Морозильные камеры были небольшие, тело туда вошло бы только по частям — предложить такое никто не решился, хотя покойнику, конечно, все равно.

— А как пиратов в море хоронили? — сказал Сандро. — Привязывали ядро к ногам — и в воду.

— Здесь не море, — возразил Ричард. — Будет кружиться около нас спутником.

Маргарита поежилась.

— Да ну, улетит, наверное, — предположил Сандро.

— Вряд ли, — сказал Ричард. — У корабля приличная масса, надо хорошо разогнать, чтобы улетел. Может, лучше засунуть в воронку и включить двигатель на полсекунды?

После недолгой дискуссии согласились, что кремация в двигателе — лучший вариант. Ричард запустил программу, а Сандро взялся вынести Дока наружу. Пока компьютер готовил двигатель к пуску, Марго принесла откуда-то огромный мешок из черной полиэтиленовой пленки — Сандро и не подозревал, что такие есть на корабле.

— Зачем это? — спросил он.

— Завернешь Дока, — сказала Марго. — Пиратов — и тех в парусину зашивали.

Люк шлюзовой камеры был узкий, неудобный. Сандро сначала протолкнул тело, потом вылез сам, закрепил страховочный фал, прикрыл люк — натягивать до конца не стал, только чтоб крышка не болталась. А когда проделал все это, обнаружил, что покойник от него улетел.

По радио он доложил командиру ситуацию и предложил воспользоваться ранцевым двигателем скафандра, чтобы поймать тело.

— Фал не отцепляй, — приказал Ричард.

— Фала не хватит, а то б я и так догнал. Рич, я быстро: отвяжу, слетаю за ним и вернусь.

— Сандро, я, как командир, запрещаю тебе это. Не надо нам лишнего риска. Особенно теперь. Оставь его.

— Что ж, он так и будет мотаться вокруг корабля?

— Ему уже все равно, а тебе... Ты что, покойников боишься?

Сандро невесело усмехнулся и ответил фразой из анекдота:

— Что нас бояться?

Через пару месяцев всех по очереди пробрала какая-то, похоже, прихваченная с Земли, инфекция. Сначала Марго зачихала, несколько дней ходила с красным носом и опухшими глазами. Сразу же за ней захлюпал Сандро. А когда оба чуть-чуть пришли в себя, слег командир. Свалился всерьез: сухой кашель, запредельная температура с потерей сознания и бредом. Марго два дня от него почти не отходила, благо сама уже оклемалась. Колола антибиотики, жаропонижающее, спала урывками...

На третий день наметилось видимое улучшение. Пришедший в себя командир попросил пить. Сандро бросился включать вспомогательные двигатели, Марго — в кухню, приготовить чего-нибудь тепленького и кисленького. Хотя бы чаю с лимонным концентратом. Заодно забежала к себе взять очередную дозу антибиотика и шприц. А когда вернулась к Ричарду, тому уже не нужны были ни чай, ни уколы.

Сандро примчался на ее крик. Минут десять он ничего не мог сделать; затем она уже не выла, а только всхлипывала, и он сказал:

— Марго, не казись. Откуда ты могла знать, как будут мутировать обычные микробы в условиях корабля при субсветовых скоростях?

Она посмотрела на него, снова всхлинула, а потом сказала:

— Понимаешь, второй пациент подряд у меня умирает от того, что я не оказываюсь рядом, когда нужно. Для врача это непростительно.

— Откуда ты могла знать, — повторил он. — Слушай, я надеюсь, его, — он мотнул головой в сторону Ричарда, — ты не будешь вскрывать? И так ведь все ясно.

— Завтра посмотрим, — ответила Марго. И, помолчав, добавила: — Сандро, я думаю, надо поворачивать назад. Мы все равно не долетим.

— Завтра, — сказал Сандро. — Утро вечера мудренее. Иди, поспи.

Она кивнула, немного помедлила, потом поднялась и вышла в коридор. «Посидеть с тобой?» — Вопрос вертелся у Сандро на языке, но вслух он не спросил. Как же он потом жалел, что промолчал!

Проснувшись, он почувствовал запах спирта. В коридоре пахло сильнее, еще сильнее — в каюте Марго, и даже летало в ней несколько шариков жидкости (двигатели он накануне отключил, и наступила невесомость). И еще кружились в воздухе две синеватые таблетки (сильное снотворное — это он узнал потом, когда нашел инструкцию), а третья обнаружилась в пластиковой упаковке на десять мест. Остальные девять гнезд пустовали.

В сознание Марго так и не пришла; да и что он мог сделать? Сунуть ей под нос ватку с аммиаком? Этот запах несколько дней преследовал его по всему кораблю...

Потом Сандро почти убедил себя, что Марго все-таки не покинула с собой. Иначе в подобной ситуации это последняя степень эгоизма, ей никак не свойственная.

Трупы он даже не пытался сжечь в двигателе. Нашел в кладовке еще два таких же мешка, и у «Эридана» стало три спутника.

Мысль повернуть обратно ему в голову больше не приходила.

## 2

Упаковку от бутерброда Сандро смял в комок и бросил в угол к Чарли. Тот прыгнул навстречу, вцепился когтями, обнюхал. В невесомости он вместе с комком кружился по рубке, хрустя упаковкой на лету. Пленка, пусть и синтетическая, имела все же некоторую пищевую ценность. Так сказать, последний резерв экипажа; но теперь, когда экипаж уменьшился вчетверо, резерв потерял актуальность.

Некоторое время Сандро наблюдал за маневрами Чарли. Тот, руля хвостом, ловко уворачивался от столкновений с твердыми предметами, потом улетел куда-то в угол и скрылся из виду. Тогда Сандро протянул руку к кружке с кофе, которая стояла на краю пульта, зафиксированная спрятанным в дно магнитом. Он не поворачивал к ней головы, а лишь скосил глаза, поэтому не сразу понял, что видит ее на каком-то совершенно непривычном фоне. Вместо бежевого (в этот цвет были покрашены стены) — что-то темно-серое...

Он резко обернулся. Человек, непостижимым образом появившийся у края пульта, выглядел так, как будто попал сюда из офиса солидной фирмы. Или, может быть, с дипломатического приема. Строгий темно-серый костюм в едва заметную полоску, белоснежная рубашка, галстук, неброский, но тщательно подобранный по цвету; начищенные ботинки.

Незнакомец улыбнулся дежурной дипломатической улыбкой и произнес:

— Добрый день.

— Привет, — ответил Сандро хриплым голосом: отпить кофе он не успел. — Ты кто такой?

Он поймал себя на том, что со второго слова (если не с первого) взял хамский тон, но отступить было поздно. Впрочем, незнакомец, казалось, на тон не обращал внимания. Он на секунду задумался, потом сказал:

— Я, скажем так, один из создателей всего этого, — и сделал широкий жест рукой.

— Корабля, что ли? — спросил Сандро.



## ФАНТАСТИКА

— Ну, и корабля в какой-то степени. Хотя я-то имел в виду Вселенную.

— Бог, что ли? — голос Сандро снова сел. «Хана, крыша поехала», — подумал он про себя.

— Ну, для простоты можно считать и так, — сказал незнакомец, — хотя вы, кажется, в бога не верите?

— Не верю. Но в качестве временной гипотезы принять могу. А от меня чё надо? — Сандро продолжал хамить, потому что другого выхода в этой ситуации не видел.

— Да можно сказать, ничего... — начал бог, но Сандро перебил:

— Постой! Если ты бог, то вот это... ну, то, что они все умерли, — твоих рук дело?!

Бог покачал головой, и на лице его появилось нечто похожее на сочувствие:

— Нет. Мы вас создали, но управлять вашей жизнью на таком уровне не можем. То есть, конечно, могли бы, но это ж безумно дорого, кто даст денег на такое? На простое наблюдение — и то едва выбили.

«Врет!» — подумал Сандро; но как поймать бога на вранье, он не знал, и поэтому спросил:

— «Мы» — это кто?.. А, ну да, понял: «един в трех лицах».

— Все бы вам упрощать, — проворчал бог и уселся на край пульта, едва не придавив клавиатуру блока курсовых поправок. — Этот ваш мистицизм, вера в магические свойства однозначных простых чисел. «Тройка, семерка, туз»... Ну, не боги мы — всего лишь экспериментаторы! Да, мы создали ваш мир, и вас тоже. Вас — по ошибке, в наши планы это не входило. Когда спохватились, было уже поздно: вы успели слезть с деревьев, понаделали каменных топоров. Просто ликвидировать вас мы не могли.

— Это почему еще? — спросил Сандро, изображая иронию.

— Потому! — строго сказал бог. — Нельзя. Мог бы и сам догадаться... Слушай, мой тебе совет: разворачивайся и дуй обратно! Все равно ведь не долетишь: или свихнешься, или сопьешься.

— Не сопьюсь, — мрачно сказал Сандро. — Спирт месяц как кончился.

— Какая разница, — махнул рукой бог. — В космосе, кроме вас, разумной жизни нет, больше мы таких проколов не допускали. И неразумной-то кот наплакал. Прилетишь домой — так прямо и скажи, можешь на меня сослаться.

— Как это — нет разумной жизни? — оторопело спросил Сандро. — А вы?

— Мы-то при чем?! — раздраженно сказал бог. — Я ж говорю: в космосе. Я сейчас вообще не здесь — в своем кабинете сижу. Здесь — только интерактивная трехмерная проекция. Тоже, кстати, не дешевая. А тебе отсюда к нам не попасть, да, честно говоря, только вас там и не хватало... То, что для вас космос, для нас — экспериментальная установка. Дура такая здоровенная на двух столах, на одном не помещается. Даже не столько экспериментальная, сколько учебная: студенты на ней лабораторные работы делают.

— И по какому же предмету?

— По миротворению. Немножко недосмотрели, в линии рециркуляции завелась разумная жизнь. Истребить нельзя — вот, пришлось принять меры, чтоб вы не мешали. Скорректировали вам свойства пространства-времени, поставили предел в виде скорости света... Ну, дался ж вам этот космос! Нет же ничего и никого!

Десятки вопросов вертелись у Сандро на языке, но начать задавать их сейчас — значило признать безмерное превосходство над собой этих экспериментаторов, сотворивших род людской по ошибке. Поэтому Сандро не стал ничего спрашивать, а только медленно сказал:

— Значит, так. У меня полетное задание — Эпсилон Эридана, и я лечу туда. Остальное вас не касается, и плевал я на ваши пределы.

— А если и долетишь, — продолжал бог, — что ты там увидишь? Ну, звезда, пяток планет. Одну или две, возможно, обнаружишь, остальные проглядишь, потому что телескоп у тебя к тому времени сломается.

— А пошел ты! — бросил Сандро. — Починю.

— Ну, если так, — сказал бог, — я и в самом деле пошел.

Он встал и шагнул к переборке, отделяющей рубку от коридора, — два шага к ней, а третий уже сквозь нее. Он шел так, будто не было ни этой переборки, ни невесомости, — то ли демонстрировал всемогущество, то ли просто в этом месте у него был выход из кабинета.

Бог уже скрылся в стене больше чем наполовину, а Сандро все еще лихорадочно шарил взглядом по пульта в поисках чего-то, что можно запустить ему вслед. Ничего не попадалось под руку, кроме кружки с кофе, и Сандро швырнул ее, но немного опоздал: когда кружка ударилась в стену, видна была только левая нога в тщательно отутюженной штанине и черном ботинке.

От удара с треском отскочила крышка, аккумулятор выпал из гнезда. Генератор поля отключился, и жидкость вылетела из кружки, как будто ее выбросило сжатым воздухом. Еще не остывший кофе обрушился на штанину и ботинок; нога бога дернулась и исчезла в переборке.

Сандро рывком вылетел из-за пульта. Подлетел к переборке, толкнул вправо дверь; его самого бросило влево, и он чувствительно ударился плечом о край проема.

В коридоре никого не было, и только на безворсовом синтетическом покрытии того, что при включенных двигателях становилось полом, остался мокрый, цвета черного кофе след левого ботинка.

### 3

Хватаясь руками за поручни, Сандро летел по коридору в медпункт. Там имелась (Марго как-то показывала ему) сильнодействующее средство, прекращающее галлюцинации. Название он тогда забыл, но хорошо запомнил внешний вид коробочки.

Так, по внешнему виду, он ее и нашел. Внутри оказались пластиковая кассета с тремя заполненными одноразовыми шприцами, листок с инструкцией и в круглой баночке — тампоны для дезинфекции, смоченные спиртом. Последнее — весьма кстати, ведь спирт давно кончился.

Вернувшись в рубку, он пристегнулся ремнем в кресле, как советовала инструкция, и вколол себе первый шприц. Через четверть часа подействовало. Мозги прояснились до такой степени, что даже слегка заныл зуб, удаленный и замененный протезом за год до старта. Сандро отстегнулся, выбрался из кресла и осторожно выглянул в коридор. След никуда не исчез.

Он вогнал себе еще одну дозу. Думал — зуб совсем разболится, но тот, наоборот, перестал: наверное, понял, что

протезы не болят. След, впрочем, остался на месте, лишь слегка подсох.

Колотся в третий раз Сандро не стал: если крыша продолжает ехать, то и черт с ней. Он сел в кресло, посмотрел на пульт и экраны внешнего обзора. «Кофе еще сварить, что ли?» — подумал он. — Предел, значит. Ну, ладно. Сейчас поглядим, что за предел и где вы его поставили: в пространстве-времени или, может, у себя в мозгах?»

Он решительно откинул крышку на пульте, протянул палец к серой клавише и вдруг услышал за левым плечом голос Ричарда:

— Не делай этого!

Сандро рывком развернул кресло. Ричард стоял в углу. Выглядел он неважно — как человек, перенесший тяжелую болезнь; впрочем, так ведь оно и было.

— Это почему еще? — спросил Сандро.

— Потому что задание... — начал Ричард, но Сандро перебил:

— Оно мне больше не указ.

Ричард с минуту молчал, потом начал:

— Сандро, страна отравила... нет, даже так: человечество отравило нас, чтобы мы достигли звезды и проверили на практике теорию относительности. Пусть мы все... пусть ты остался один — задание никто не отменял.

Ричард, пока был жив, таких слов не говорил, и просто так отмахнуться от них Сандро не мог. Он тоже немного помолчал и сказал:

— Рич, от человечества не убудет, если я достигну звезды в три раза быстрее. И проверить теорию можно разными способами.

Он снова протянул руку к клавише и услышал:

— Сандро, я, как твой командир...

— Нет, Рич, ты мне теперь не командир. Ты умер. С концом. И загробной жизни нет, потому что нет ни ада, ни рая. Вообще ничего нет, только ящик на двух столах, и мы с тобой болтаемся в сливном колене!

Последние слова Сандро почти выкрикнул. Он резко ткнул пальцем в клавишу и сразу же, чтобы ничто не успело его остановить, — в прямоугольник «Yes» на экране.

— Тут ты, пожалуй, прав, — сказал Ричард, постепенно исчезая. — Я действительно уже не командир. Только имей в виду на всякий случай: если нет ни ада, ни рая, из этого еще не следует, что нет и загробной жизни.

Двадцать две минуты шестнадцать секунд (плюс еще секунда-полторы, потраченные на подтверждение курсовых данных) Сандро провел, непрерывно глядя в экран. Кофе готовить он не стал.

Наконец вспыхнула надпись «START» с прямоугольниками «Yes» и «No» под ней. Сандро протянул палец к надписи «Yes», чуть задержался перед тем, как коснуться экрана, и тут за левым плечом раздался голос Дока:

— Что ж, это должна быть интересная физика.

Сандро обернулся. Док стоял в том же углу, где до него появлялся Ричард.

— Это не физика, — махнул рукой Сандро. — Это вроде того лома, против которого нет приема. Тупо вперед на полной тяге — что тут интересного?

— Ну, у меня, положим, некоторым образом личный интерес, — сказал Док. — Понимаешь, если твой безумный эксперимент по прорыву светового барьера закончится успешно, для меня это будет означать, что я всю жизнь занимался ерундой.

— Почему ерундой?! — Сандро даже подпрыгнул в кресле, насколько позволяли ремни.

— Потому что в основе всего того, чем я занимался, так или иначе лежит теория относительности. А ты собираешься опровергнуть ее одним нажатием кнопки.

— Ну уж и ерундой! — смущенно сказал Сандро. — А двигатель?

— А вот это, пожалуй, самое смешное: все, что я сделал в науке за свою жизнь, ты перечеркнешь с помощью моего же двигателя.

Сандро не знал, что сказать. Мелькнула мысль: ткнуть пальцем в «Но» и покончить со всем этим. Потом мелькнула другая — он ухватился за нее, как за соломинку:

— Но почему обязательно «опровергнуть теорию»? Может, просто дополнить? И вообще, может, еще и не выйдет ничего... Док, да вы скоро все увидите! Вы же летите со мной. Спутником, так сказать.

Док покачал головой:

— Нам за световой барьер пути нет.

— Нам — это кому? — не понял Сандро.

— Спутникам, — усмехнулся Док.

— Но почему?! Откуда вы знаете?! Это же совершенно неизвестное вам явление, что вы можете знать о нем?

— Интуиция, Сандро, — снова усмехнулся Док. — Интуиция в науке — это не озарение, а опыт, освоенный подсознанием. А у меня он, этот опыт, такой, что, встречаясь с каким-нибудь абсолютно новым, неизвестным мне явлением, я могу сразу представить некоторые его черты и свойства. Вот и сейчас он мне подсказывает... Не знаю, Сандро, что ты увидишь за световым барьером — другую Вселенную или, может быть, изнанку нашей, — но нас там не будет... Ну, ладно, ты меньше меня слушай. Запускай двигатель, интересно же, что получится!

Эти дни Сандро даже спал в кресле у пульта, чтобы, проснувшись, сразу видеть перед собой экран с текущим значением скорости. «Эридан» приближался к световому барьеру...

— Сандро! — раздалось у него за левым плечом, и он обернулся так резко, что хрустнуло в шейных позвонках.

Марго стояла в том же углу.

— Док сказал, что ты полетишь дальше, а мы останемся. Вот, зашла попрощаться.

Сандро молчал, избегая смотреть на нее. Он не вспоминал о спутниках с того момента, как запустил главный двигатель. Потом поднял глаза и задал давно мучивший его вопрос:

— Рита, а то, что с тобой произошло... это нарочно или случайно?

Сейчас она не возражала против «Риты»!

— Конечно, случайно, Санчик...

Он вздрогнул: Марго никогда раньше не звала его так.

— Я никак не могла заснуть, — продолжила Марго, — высосала флакон спирта — не помогает, хотела взять другой, а потом подумала: есть же таблетки. Проглотила две — опять не помогло, ну, я еще и еще, не считала, и спирту тоже добавила. А потом, наверное, все вместе догнало... Ну, ладно, Санчик, счастливо тебе долететь.

Она медленно таяла в углу, а Сандро смотрел на нее молча и никак не мог выговорить ответное «счастливо оставаться».

Чертыхаясь, Сандро влезал в скафандр. До светового барьера оставалось около часа. Ну, чуть больше, чуть меньше — точного значения скорости света Сандро не помнил. Во всяком случае, должно хватить. Он выйдет в космос, переловит спутников и затащит всех в шлюзокамеру. Успеет, должен успеть!

Что бы там ни говорила интуиция Дока, световой барьер они будут таранить вместе.

В качестве страховочного фала он взял самую длинную веревку, какая нашлась. Вторую, покороче, свернул и прицепил себе на пояс.

Первого из спутников он поймал сразу, как вылез из люка. Ухватил за полиэтиленовую пленку. Она тут же пошла клочья-



## ФАНТАСТИКА

ми: космическая пустота не бывает абсолютно пустой, отдельные атомы и элементарные частицы, налетая на полиэтилен с околосветовой скоростью, нарушают его структуру, и он разваливается от прикосновения.

То, что под пленкой, однако, было твердое, прочно схваченное космическим холодом. Первым из спутников оказался Ричард. Сандро попытался просунуть его в узкий люк и понял, что не получится. Когда он вытаскивал тела наружу, они хоть чуть-чуть сохраняли гибкость, а сейчас...

Оставалось одно: воспользоваться большим шлюзом, в который мог въехать автомобиль. Автоматике требовалось около двадцати минут, чтобы сбросить давление и открыть внешний люк, — за это время Сандро рассчитывал переловить и связать покойников вместе. Когда шлюз откроется, он втащит туда всех разом.

Он обвязал Ричарда веревкой. Следующая попалась Марго — обмотал и ее. Оставался Док. Покойники, вращаясь вокруг корабля, сталкивались между собой, меняли орбиты, и Док сейчас кружился дальше всех.

Сандро прикрепил к поясу второй конец веревки, которая связывала Ричарда и Марго, — поймав Дока, он подтянет их к себе и свяжет всех вместе. Потом примерился и оттолкнулся от корабля...

Он почти схватил Дока, но в последний момент что-то рвануло его за пояс. Нет, не страховочный фал — его длины хватило бы. Это были Рич и Марго.

Отпускать их в свободный полет Сандро не решился. Он притянул их к себе и сделал еще одну попытку, но теперь, с дополнительным грузом, не смог правильно рассчитать толчок и промахнулся. И тогда он решил рискнуть — держа пойманных спутников при себе, на пару секунд включил ранцевый двигатель. Получилось удачно — он сразу поймал Дока (пленка, естественно, тут же расплзлась), обхватил его веревкой, следующим витком — всех троих, завязал узел. И все ждал, когда его рванет назад страховочный фал, а рывка не было, и тогда он обернулся.

Импульс ранцевого двигателя пережег фал, и корабль успел уйти довольно далеко. Сначала Сандро гнался за ним, включив двигатель на полную мощность. Потом подумал, что, возможно, еще сможет догнать, если бросит спутников, но все никак не решался это сделать. А потом и бросать стало бессмысленно.

Огонь термоядерного выхлопа удалялся, меняя цвет с голубого на зеленый, желтый, а затем и на тускло-красный — из-за доплеровского смещения. А потом ослепительная инфракрасная вспышка накрыла половину неба, и Сандро понял, что «Эридан» все-таки пробил световой барьер.



Художник В. Васильев

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Деньги на мыло

Нет, не спам отнимает время у работников офисов, привязанных по долгу службы к компьютерам и Сети. Не спам наносит основной ущерб компании, а деловые письма сотрудников друг другу. И все потому, что письмо от коллеги просто так в мусорную корзину не выбросишь, придется его прочитать хоть до середины, то есть потратить на него время. К такому выводу пришли британец Томас Джексон из университета Лоуборо и австралиец Шерман Лихтенштейн из Университета Декин в Барвуде («International Journal of Internet and Enterprise Management», 2011, № 7, с. 197).

Методика действий была проста: они обследовали несколько компаний разного размера, выяснили, сколько писем приходится на одного сотрудника, затем умножили их количество на среднее время, затрачиваемое на чтение одного письма, на последующее возвращение к рабочему ритму, потом годовую заработную плату разделили на полученное число и получили сумму убытка от работы с электронной почтой. Получилось по 10 тысяч фунтов стерлингов на сотрудника в год для крупных (более шести тысяч человек) и мелких (до двадцати человек) компаний, а для средних — в два раза меньше.

И ладно бы эти деньги действительно шли на дело, на чтение полезных для работы писем. Как оказалось, каждое пятое письмо, попадающее в почтовый ящик сотрудника, — это просто никому не нужная копия, которую на всякий случай направили еще кому-то, кроме основного получателя. 13% писем вообще направлены не тому, кому следует, 41% содержат бесполезные оповещения, а 46% сообщают работнику, что он должен предпринять хорошо известные ему действия. Опрос же показал, что в 56% случаев вместо письма можно было просто повернуться к соседу по комнате и сказать ему, что следует сделать. Правда, 45% опрошенных работников офисов отметили, что уж их-то собственные письма читать и понимать легко и они всегда написаны по делу.

В общем, авторы исследования полагают, что, если бы руководители офисов поняли всю глубину проблемы и провели соответствующую разъяснительную работу с подчиненными, от этого была бы большая польза и немалая экономия.

С.Анофелес

...численность звезд, не принадлежащих определенным галактикам, но населяющих среду между ними, — от 15% до половины всех звезд скоплений галактик («Астрономический журнал», 2011, т. 88, № 5, с.419—428)...

...газовые гидраты на дне океана можно обнаружить, исследуя рассеяние звуковых волн пузырьками метана во льду («Акустический журнал», 2011, т. 57, № 3, с.398—408)...

...новейшее направление географии знания — изучение пространственного распределения и пространственной мобильности людей, способных читать специализированные коды, понимать кодифицированные сообщения, имеющих доступ к коммуникационным каналам и ресурсам, необходимым для применения кодифицированного знания («Известия РАН. Серия географическая», 2011, № 2, с.7—14)...

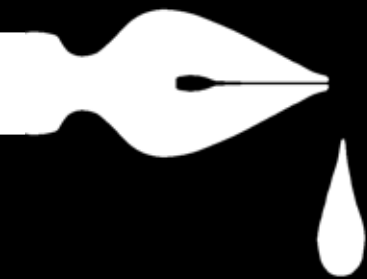
...в Уганде начаты полевые испытания трех ГМ-сортов бананов, содержащих некоторые гены сладкого перца и устойчивых к заражению бактерией *Xanthomonas musacearum*, которая вызывает увядание растений («Nature Biotechnology», 2011, т. 29, № 6, с. 472)...

...в университете Южной Калифорнии научились сохранять на внешнем носителе паттерны электрической активности гиппокампа крысы, соответствующие определенному навыку, и возвращать этот навык животному, которое его утратило («New Scientist», 2011, № 2818, с. 14, «Journal of neural engineering», doi: 10.1088/1741-2560/8/4/046017)...

...определены основные дифракционные характеристики, в том числе коэффициент поглощения, модели головы человека, подвергающегося облучению электромагнитными волнами стандартных диапазонов сотовой связи («Радиотехника и электроника», 2011, т. 56, № 5, с.615—621)...

...в 2008 году появилось 13 новых наркотических веществ, в 2009-м — 24, в 2010-м — 41; по большей части это катиноны или синтетические каннабиноиды («Nature», 2011, т. 474, № 7351, с. 253)...





...из 25 штаммов грибов рода *Penicillium*, обнаруженных в отложениях вечной мерзлоты Арктики, Антарктиды и мерзлом вулканическом пепле Камчатки, половина синтезирует биологически активные алкалоиды («Прикладная биохимия и микробиология», 2011, т. 47, № 3, с.318—323)...

...в костном мозге и других тканях идентифицирована новая популяция стволовых клеток, получившая название «очень маленькие эмбрионально-подобные клетки» — VSEL («Известия РАН. Серия биологическая», 2011, № 3, с. 261—272)...

...растения можно культивировать в виде генетически трансформированных корней, заключенных в гелевые оболочки, — так называемых искусственных семян («Физиология растений», 2011, т.58, № 3, с.461—468)...

...дневной сон сразу после обучения, состоящий только из медленноволновой фазы, облегчает воспроизведение декларативной информации, которая заучивалась один раз, и не влияет на ту, что заучивалась дважды («Журнал высшей нервной деятельности», 2011, т. 61, № 2, с.161—169)...

...слуховая система бабочек совков состоит всего из четырех слуховых рецепторов и нескольких десятков нейронов в высших отделах слуховой системы («Сенсорные системы», 2011, т.25, № 2, с.143—155)...

...самка азиатского сома *Clarias macrocephalus*, исполняя ритуал спаривания, генерирует особую пачку электрических разрядов («Журнал общей биологии», 2011, т.72, № 3, с.198—213)...

...у карасей, обитающих в воде с повышенным загрязнением, увеличены сердце и жабры, а также наблюдается повышенная упитанность («Проблемы региональной экологии», 2011, № 1, с.57—62)...

...разработка рецептуры глазных капель должна начинаться с изучения их физико-химических свойств, например поверхностного натяжения («Химико-фармацевтический журнал», 2011, т.45, № 3, с.45—49)...

...расчет энтальпии и свободной энергии образования ОН-радикала из иона гидроксила в воде показывает невозможность этой реакции («Биофизика», 2011, т.56, № 3, с.574—576)...

Художник В. Дубов



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Кружка для космонавта

Фантастический рассказ, опубликованный в этом номере, вызвал в редакции дискуссию, в ходе которой отдельные маловеры высказали сомнения, что в невесомости можно что-то пить из кружки и уж тем более кидаться ею в незваного гостя, проливая содержимое на пол. В отсутствие силы тяжести любая жидкость, если ее попытаться налить в открытый сосуд, собирается под действием силы поверхностного натяжения в каплю и начинает свободно летать по космическому кораблю, представляя немалую опасность для экипажа. Поэтому космонавты высасывают напитки из пакетиков.

Так было еще три года назад, пока на Международную космическую станцию не прилетел известный американский космонавт-изобретатель Дон Петит ([www.space.com](http://www.space.com), сообщение от 24 ноября 2008 года). Известен же он тем, что еще во время первой своей экспедиции 2003—2004 годов развлекал публику по субботним утрам передачами о способах обращения с испорченным оборудованием.

В свой новый прилет на станцию Дон Петит прихватил достаточно растворимого кофе, чтобы скрасить будни длительного полета. Но как его пить? Высасывать кофе из пакетика неловко, да к тому же напиток может оказаться слишком горячим.

Тогда хитроумный инженер решил воспользоваться не только силой поверхностного натяжения кофе, но и взаимодействием с веществом стенки сосуда. В данном случае это была пластиковая папка его экземпляра «Рекомендаций по проведению полета». Чтобы увеличить площадь взаимодействия, Петит сложил из папки двухслойную каплеобразную кружку, в которой расстояние между слоями уменьшалось по мере приближения к открытому краю. Цели добиться удалось: из-за трения о стенки содержимое космической кружки никак не могло принять каплеобразную форму и вылететь наружу. А небольшое изменение давления, создаваемое ртом человека, заставляло жидкость следовать по назначению.

Фильм с демонстрацией успеха по обживанию невесомости был отправлен в штаб-квартиру НАСА, и, видимо, этот эксперимент-экспромт попал в отчет о научной работе на станции.

«Я думаю, что благодаря моему изобретению будущие колонисты смогут на борту космических кораблей поднимать бокалы и провозносить тосты столь же свободно, как мы это делаем на Земле», — говорит Дон Петит.

С. Комаров



# По резиновой дороге

**Н.ЧИСТЯКОВОЙ**, электронная почта: *Если к игрушке «шар с молниями» поднести газоразрядную лампу, она засветится из-за электрического поля стенки шара; никаких тайн тут нет, все объяснено в школьном курсе физики.*

**А.В.ШКЛЯРУ**, Краснодар: *Станиоль — оловянная фольга или тонкие листы олова, применяется в электротехнике, изготовлении зеркал, упаковки пищевых продуктов; в словаре Брокгауза и Ефрона слово это женского рода, но в современном Орфографическом словаре — мужского.*

**Д.Н.ПЕТРОВУ**, Омск: *Феракрил — это кровоостанавливающее средство, содержащее полиакрилат железа; он образует нерастворимые комплексы с белками крови.*

**М.К.ДОРОХОВОЙ**, Волгоград: *Сделать эмульсию шоколада в воде непросто, но возможно; разломанный шоколад (225 г) положите в воду (200 г), разогрейте на среднем огне до полного расплавления, затем поместите на ледяную баню (в посуду большего размера с холодной водой и льдом) и взбейте венчиком.*

**Н.Н.ВАРФОЛОМЕЕВОЙ**, Санкт-Петербург: *Зерна крупы и хлопья в мюсли потому такие рассыпчатые, что их обрабатывают инфракрасными лучами; этот технологический процесс называется микронизацией.*

**С.В.ЯКОВЛЕВУ**, Кемерово: *Если в рецепте сказано «обваляйте мясо в пряностях», то, скорее всего, из пряностей нужно сделать кашицу на растительном масле, желательно оливковом; сухие пряности с мяса осыплются, к тому же многие ароматические вещества относятся к жирорастворимым.*

**К.Н.ПЕЧКО**, Москва: *Тригеминальные ощущения, часто упоминаемые в современных статьях про еду, — это сумма осязательных ощущений и остроты пищи, воспринимаемых языком и ротовой полостью; красивое слово происходит от латинского названия тройничного нерва (nervus trigeminus).*

**ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ:** *Спасибо за поправку А.В.Халявкину; человека, имя которого носит Johns Hopkins University, действительно звали не Джон, а Джонс Хопкинс — теперь будем знать.*

**З**накомая картина — дорога, вся красная от тормозных огней, битком забита автомобилями, ползущими со скоростью пешехода. Самые нетерпеливые и отчаянные водители пытаются проскочить по узкой обочине, остальные обреченно вздыхают, проклиная дорожные службы, затеявшие ремонт, и прикидывают, сколько придется простоять в пробке. Наконец, вереница машин, покорно выстроившихся в одну линию, просачивается сквозь узкое горлышко перекрытой дороги, где шумят, гудят грейдеры, бульдозеры, дорожные катки, и, вырвавшись на свободу, как табун необъезженных мустангов, мгновенно набирает скорость и уносится вдалеке... до следующего затора.

Мелкий ремонт дорожного покрытия заключается в заливке горячей асфальтобетонной или холодной битумосодержащей смесью выбоин, трещин и небольших ямок. Капитальный ремонт — это полная замена изношенного поверхностного слоя. «А дорога серую лентою вьется» — сказано в песне. Почему изначально черное, как смоль, покрытие очень быстро светлеет и становится серым? Это обнажается слой дробленого щебня и гравия при истирании колесами. Ведь скорость и интенсивность движения всё возрастают. Вторая причина — окисление покрытия при атмосферном воздействии и перепаде температур. Асфальтобетон как бы «ржавеет» на воздухе, делается блеклым, выцветшим, покрывается трещинами, колея на нем становится глубже. Как говорят специалисты, начинаются его усталость и старение, приводящие к полному разрушению покрытия.

Сколько существуют асфальтированные дороги, столько времени человек пытается продлить жизнь асфальтобетону. Для этого в него вводят различные полимерные добавки — модификаторы. Они улучшают физико-механические характеристики битумов, такие, как трещиностойкость, предел прочности при сжатии, сдвигоустойчивость, температурный интервал пластичности. Используются стабилизаторы, предотвращающие расслаивание смеси при хранении и транспортировке. Модифицируются не только битумы, но и минеральная составляющая асфальтобетона, например песок заменяют отсевом от дробления щебня.

В начале XXI века в России появился щебеночно-мастичный асфальтобетон, в котором используется отечественный модификатор под названием УНИРЕМ, разработанный в Институте химической физики им. Н.Н.Семенова совместно с объединением «Новый каучук». УНИРЕМ получают методом измельчения отслуживших свой срок автопокрышек. По химическому составу резина изношенной шины, подлежащей утилизации, ничем не отличается от новой. Шинную резину отделяют от металлического корда и измельчают до порошка в роторных диспергаторах при высокой температуре, с интенсивным сжатием и деформированием сдвигом. При этом происходит частичная девулканизация резины, межмолекулярные связи нарушаются по всей глубине материала. Каждая частичка порошка размером около десятой доли миллиметра представляет собой рыхлое объединение слабо связанных между собой более мелких частиц, до ста микрон. Попадая в горячий битум, они легко отделяются друг от друга и набухают. Образуются химические связи между молекулами битума и частицами резины. Адгезионные (лат. adhaesio — прилипание) свойства увеличиваются в несколько раз. Битум становится упругим резиноподобным материалом.

Размолотую шинную резину с крупными частицами — от 1 до 10 мм — называют черной резиновой крошкой и используют при изготовлении покрытий трамвайных и железнодорожных переездов, спортивных беговых дорожек и так не любимых водителями «лежачих полицейских» — искусственных неровностей на дороге. Покрытие с резиновой крошкой



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

похоже на плотное, тяжелое, прорезиненное полотно. Оно упруго, бесшумно, имеет хорошую стойкость к перепадам температуры.

Впервые асфальтобетон с модификатором УНИРЕМ был использован при ремонте трассы Москва — Санкт-Петербург в 2006 году. В 2008-м им полностью заасфальтировали Свердловскую набережную Санкт-Петербурга. После двух лет эксплуатации покрытие было в хорошем состоянии, хотя раньше его приходилось ремонтировать каждый год. В Москве

модифицированный асфальтобетон уложен на Третьем транспортном кольце, частично на МКАД, некоторых мостах и эстакадах.

Модификатор УНИРЕМ повышает эксплуатационный ресурс дорожного покрытия, которое становится высокопрочным, малозумным, стойким к колееобразованию и механическим деформациям, температурному и усталостному растрескиванию. Уменьшается аварийность за счет улучшенного сцепления колес с дорогой. УНИРЕМ добавляют в асфальтобетон так

называемым сухим способом — на стадии перемешивания минеральной составляющей смеси. Поэтому технология его укладки не отличается от традиционной. На километр автотрассы его нужно всего около 10 тонн. Не забудем и о том, что сырьем для модификатора служат изношенные автомобильные шины, которые до сих пор в основном отправляют на свалки.

Будем ездить по новому покрытию быстро, безопасно и комфортно. Да и пробок станет меньше.

**М.Демина**

16-я международная выставка  
химической промышленности и науки

24–27 октября

**Х И М И Я**



Ufi  
Approved  
Event



**2011**

Центральный  
выставочный  
комплекс  
«Экспоцентр»  
Россия, Москва

Организатор:  
**ЗАО «Экспоцентр»**

При содействии:  
**ОАО «НИИТЭХИМ»**

При поддержке:  
- Министерства промышленности  
и торговли РФ  
- Российского Союза химиков  
- РХО им. Менделеева

ЗАО «Экспоцентр»  
123100, Россия, Москва,  
Краснопресненская наб., 14  
Тел.: (499) 795-37-94, 795-39-99  
E-mail: [chemica@expocentr.ru](mailto:chemica@expocentr.ru)  
[www.chemistry-expo.ru](http://www.chemistry-expo.ru)