



ХК

1 2006 ПНЗМЖ И РИМНИХ

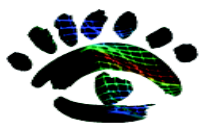






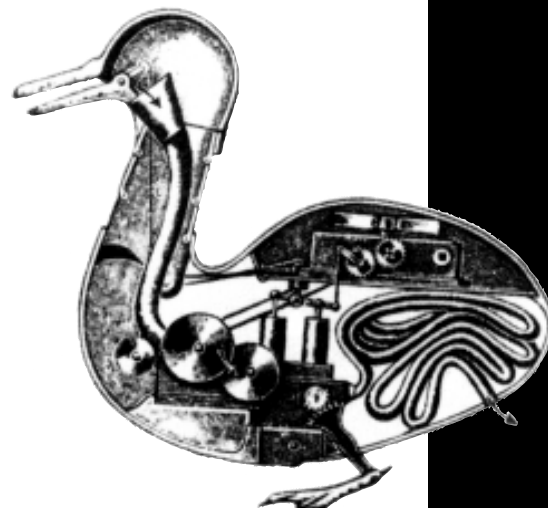
*Прежде всего нужны факты,
а уж потом
их можно перевирать.*

Марк Твен



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье С. М. Комарова
«Конспект по основам какологии»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Роба Гонсалеса «Водяная мозаика».
Новые инструменты науки предоставляют
фантастические возможности. С их помощью человек
разбирает объекты окружающего мира, а потом
собирает их по-другому. Об этом читайте в статье
Филипа Болла «Новая алхимия»*





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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Производство

Т. М. Макарова

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 24.12.2005
Допечатный процесс ООО «Марк Принт
энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
Типография ООО «Офсет Принт М»

Адрес редакции:
105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

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

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

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

© Издательство
научно-популярной литературы
«Химия и жизнь»



Нобелевский лауреат
2005 года получил
катализатор для синтеза
полимера, в котором
застревают пули.

24

Химия и жизнь — XXI век



Самая интимная тайна организма:
как растет почечный камень?

ИНФОРМНАУКА

СЕЗОН ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ	4
В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ВЗРЫВ СИЛЬНЕЕ	4
НОВОЕ — ЭТО ХОРОШО ПЕРЕРАБОТАННОЕ СТАРОЕ	5
ВОДОРОСЛЬ-ТРАНСФОРМЕР	6
ПОТЕПЛЕНИЕ — ШАНС ДЛЯ КЛЕЩЕЙ	6
КОЕ-ЧТО О ГЕНЕТИКЕ ТЕМПЕРАМЕНТА	7
СПИД В РОССИИ	54

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

М. М. Левицкий ВАЛЬС СО СМЕННОЙ ПАРТНЕРОВ	8
---	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е. Клещенко ЧИТАЕМ ДНК: В СТО РАЗ БЫСТРЕЕ, В ТЫСЯЧУ РАЗ ДЕШЕВЛЕ	14
--	----

ГИПОТЕЗЫ

И. И. Гольдфайн ЧТО МОЖЕТ ПОВЛИЯТЬ НА СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ	18
---	----

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

М. Ю. Корнилов ФУЛЛЕРЕН В ФУЛЛЕРЕНЕ	19
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Филип Болл НОВАЯ АЛХИМИЯ	20
--	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Л. Н. Рашкович, Е. В. Петрова КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ОКСАЛАТА КАЛЬЦИЯ	24
---	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

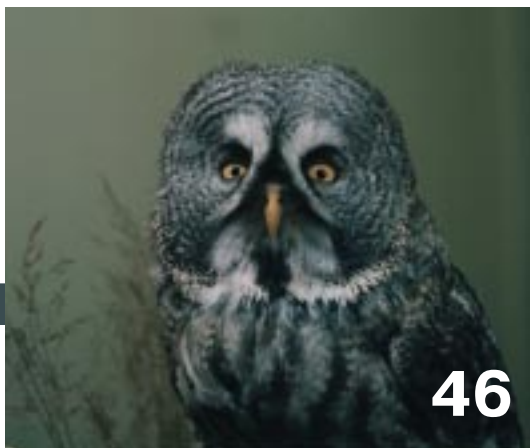
С. М. Комаров КОНСПЕКТ ПО ОСНОВАМ КАКОЛОГИИ	28
---	----

КНИГИ

Л. И. Верховский ЗВЕЗДНЫЙ ЧАС «БЛУДНЫХ СЫНОВ»	34
---	----

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Мишель Жуве ПОХИТИТЕЛЬ СНОВ	36
---	----



46

Предки сов вели дневной образ жизни, но, в отличие от других хищных птиц, не подкарауливали добычу, а нападали из засады.

56



Что надо сделать чтобы в куске янтаря появились блестящие искорки?



В номере

4, 54

ИНФОРМАУКА

О закономерностях, которым подчинено распределение землетрясений по земному шару, о тех, кто увеличивается втрое, чтобы не быть съеденными, о влиянии глобального потепления на клещевой энцефалит и о том, как продвигается борьба со СПИДом в России.

14

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Шесть лет назад ученый и бизнесмен Джонатан Ротберг основал компанию «454 Life Science Corp.» и поставил перед ней задачу: создать технологию сверхбыстрой расшифровки нуклеотидной последовательности ДНК. Задача решена, и предложенное решение — не единственно возможное.

20

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Это не алхимия и не ядерная физика, это передний край современной химии. Суператомы — кластеры, образованные атомами, — обладают свойствами, характерными для совершенно других элементов.

28

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Термин «ноосфера», который означает биосферу, преобразованную разумом в интересах человечества как единого целого, обычно связывают с именем В.И.Вернадского. По мнению академика Г.А.Заварзина, в XX веке у ноосферы появился антипод: како-сфера.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В.М.Липунов

ОТ МОСКВЫ ДО САМЫХ ДО ОКРАИН ВСЕЛЕННОЙ 40

РАССЛЕДОВАНИЕ

Ю.М.Корнилов

ТАЙНЫ ЧАЙНЫХ ПАКЕТИКОВ 45

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

А.Евсюнин

ПОРОЖДЕНИЯ НОЧИ 46

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.М.Комаров

ЛЕДНИКОВЫЕ НОВОСТИ 52

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Е.Н.Линчевский

ОБРАБОТКА СОЛНЕЧНОГО ЧУДА 56

КНИГИ

Л.В.Каабак

ПОЧЕМУ Я НЕ ЛОВЛЮ ПАРУСНИКА ТОАС 60

РАДОСТИ ЖИЗНИ

М.Гольд্রেер

ГОЛУБЫЕ РАКИ 62

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Л.Н.Стрельникова

ЧУЖИХ СЪЕДАТ ПЕРВЫМИ 63

ФАНТАСТИКА

Наталья Володина

ПОХОРОННАЯ СКАЗКА 66

ИЗ ЖИЗНИ ПТИЦ

К.В.Авилова

УТКИ ЗИМНЕЙ МОСКВЫ 72

ИНФОРМАЦИЯ 17, 55, 64, 65

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 32

ПИШУТ, ЧТО... 70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 42

ПЕРЕПИСКА 72

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 50



ГЕОЛОГИЯ

Сезон землетрясений

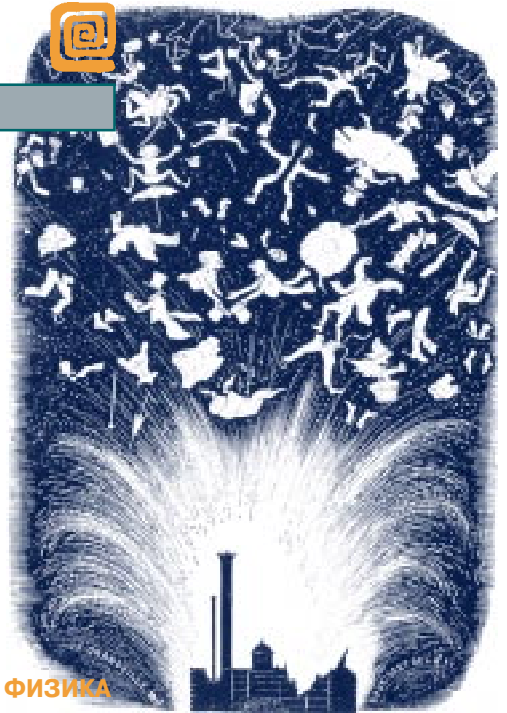
Землетрясения в Тихоокеанском регионе происходят в разное время года с разной частотой. Ученые из Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН (Москва) и Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (Южно-Сахалинск) доказали, что эти различия не случайны, и попытались объяснить их природу. Работу частично финансирует программа поддержки ведущих научных школ.

Московские и сахалинские геофизики под руководством члена-корреспондента РАН Б.В.Левина установили, что сейсмические события в Тихоокеанском регионе приурочены к определенному времени года, поскольку на их частоту влияет положение Земли на орбите.

Неравномерность распределения землетрясений в течение года очевидна наблюдателю, но ее статистическую значимость необходимо доказать. Для статистического анализа ученые использовали данные из «International Seismological Catalog» за 1964–1997 годы. Исследователи рассмотрели внутригодовые распределения землетрясений для нескольких субрегионов Тихого океана: на Алеутских и Курильских островах, на Камчатке, в Новой Зеландии, в нескольких точках на юге Океании и Южной Америки. Всю совокупность событий в каждом регионе разделили на подгруппы по значениям магнитуд (сила очагов) землетрясений и их глубине (меньше или больше 80 км).

Анализ распределения показал, что глубокие землетрясения происходят равномерно в течение года, а неглубокие чаще случаются в декабре. Широтной зависимости ученые пока не обнаружили. Алеутские острова и Новая Зеландия, например, хотя расположены в разных полушариях и на разных широтах, страдают от землетрясений с одинаковой частотой. По мнению исследователей, декабрьские пики неглубоких землетрясений связаны, в частности, с приливными воздействиями. Энергия, которую передают земной коре приливы и другие внешние воздействия (неравномерность вращения Земли, качание полюса), сопоставимы с энергией, которая выделяется при землетрясениях. Все эти воздействия имеют ярко выраженный периодический характер. У Земли эллиптическая орбита, и в точке перигелия она находится в начале января. В это время приливные силы, вызванные Солнцем, достигают максимума, так же как и линейная скорость Земли по орбите. Ученые напоминают, что катастрофическое Индонезийское землетрясение 2004 года произошло 26 декабря, когда Земля подходила к перигелию, в новолуние, когда суммарное воздействие приливных сил Солнца и Луны достигло максимума. Иранское землетрясение 2003 года тоже случилось 26 декабря.

Любое дополнительное воздействие на литосферу вызывает дополнительную подкачку энергии и рост напряженности в области готовящихся очагов землетрясения. Сильный прилив может вызвать серию землетрясений с мелкими очагами, при этом часть из них разрядится и передаст энергию более крупным созревающим очагам, для возбуждения которых одного прилива недостаточно. Однако дополнительно поступившая энергия может вызвать разрядку и этих очагов, которые, в свою очередь, подкачают энергию в очаги более высокого ранга. Поэтому не все неглубокие землетрясения происходят в декабре — максимумы в их распределениях смещаются по временной шкале. Но поскольку прохождение перигелия — событие периодически повторяющееся, вызванные им сейсмические процессы тоже имеют периодичность.



ФИЗИКА

В магнитном поле взрыв сильнее

Интересное открытие сделали физики из Института теплофизики экстремальных состояний РАН и МИФИ. Оказывается, интенсивность детонации и силу взрывной волны можно повлиять магнитным полем определенного направления. Таким способом ученые предлагают увеличить КПД и уменьшить размер двигателей внутреннего сгорания (fortov@ihed.ras.ru).

Горючую газовую смесь поджигают электрическим разрядом — «искрой». Ударная волна от разряда, движущаяся со сверхзвуковой скоростью, сжимает и нагревает газовую смесь, которая воспламеняется, выделяющаяся энергия поддерживает ударную волну, обеспечивающую самораспространение процесса. Этим детонация отличается от горения. Ученые обнаружили, что если создать внешнее магнитное поле, совпадающее с полем искрового разрядника, то взрывная волна ускоряется на 50 м/с, а преддетонационное расстояние от него в газовой смеси сокращается в пять раз. Напротив, если магнитные поля разрядника и внешнее поле противоположны по направлению, взрывная волна замедляется на 100 м/с, а детонация и вовсе не происходит, так как фронт



пламени отстает от ударной волны.

Свои опыты физики поставили в детонационной камере сгорания. Это труба длиной 2,5 метра и диаметром 8 сантиметров. Вблизи одного из торцов камеры расположен искровой разрядник. Перед каждым экспериментом из камеры откачивали воздух и заполняли ее водородно-воздушной смесью. Во время испытаний скорость ударной волны в приборе фиксируют датчики давления, а распространение фронта пламени — фотодатчики, расставленные внутри камеры по всей длине.

Внешнее магнитное поле исследователи создавали с помощью двух катушек индуктивности, расположенных вне камеры на уровне разрядника. По расчетам, если векторы внешнего и собственного магнитных полей совпадают, то магнитная индукция внутри разрядника возрастает на треть, а если противоположно направлены — на столько же уменьшается. В детонационной камере с воздухом (без газовой смеси) в первом случае скорость ударной волны больше на 50 м/с, а во втором — на 100 м/с меньше, чем без магнитного поля снаружи.

Ученые исследовали, как протекает взрыв под действием внешнего магнитного поля с разными векторами. Когда их направления совпадают, фронт пламени не отстает от ударной волны, в то время как без магнитного поля вовне фронт пламени в детонационной камере отставал на 100 микросекунд и детонации не происходило. При разнонаправленных магнитных полях первичная ударная волна медленнее на 100 м/с, а значит, горение в камере сменится детонацией позже. Чем быстрее первичная ударная волна, тем ближе к разряднику наступит детонация. Так что, если, к примеру, создать двигатель с «быстрой» первичной волной, то можно хорошо сэкономить на его размере.

РЕСУРСЫ

Новое — это хорошо переработанное старое

Битый кирпич, зола и старые пластиковые бутылки — хорошая основа для новых материалов, прочных, стойких и недорогих. В этом убеждены российские технологи из Московского государственного института стали и сплавов (olegsmirnov36@mail.ru).

Кто бы мог поверить, что прочные долговечные крыши, трубы, дорожные покрытия, наконец, дешевые и эффективные электроизоляторы можно сделать практически из мусора — старых бутылок из-под газировки, одноразовых стаканчиков, битого кирпича и золы. Но пока никто не смог решить задачу утилизации полиэтиленотерефталатных отходов столь же эффективно и экономично.

История с полиэтиленотерефталатом, так называемым ПЭТ, — хороший пример того, как достоинства могут стать недостатками. Научившись делать этот замечательно прочный, легкий, химически и биологический стойкий мате-



риал, люди столкнулись с тем, что у всех этих безусловных плюсов есть неприятная оборотная сторона: в качестве мусора ПЭТ почти вечен. На свалке он не гниет, не корродирует, на воздухе практически не окисляется. Правда, горит он, но с образованием очень токсичных веществ. Использовать его по второму разу либо трудно, либо дорого: после прямой переработки ПЭТ теряет прочность, а сохранить ее помогают только весьма дорогие компоненты.

Что же делать с горами пустых бутылок, банок, одноразовой посуды и прочих ПЭТ-отходов? Одни предлагают их дробить и закапывать в землю до лучших времен, другие — добавлять в изделия из бетона, третьи — делать из них волокна. Решение, предложенное российскими учеными, отличается от прочих тем, что малыми средствами позволяет, что называется, убить двух

зайцев: утилизировать ПЭТ и получить новые композиционные материалы.

Технология, которую разрабатывает коллектив ученых под руководством профессора Олега Смирнова, в реализации довольно проста. Детали ее авторы, естественно, в открытой печати не раскрывают, это область ноу-хау, а суть в следующем. Сначала вторичный ПЭТ и материалы-наполнители надо измельчить. Кстати, именно свойства наполнителя во многом определяют свойства будущего композиционного материала. Если взять, например, битый кирпич, то получится отличная черепица для крыш приятного террако-

тового цвета. Если опилки — получится материал вроде древесностружечных плит, но для здоровья безопасный: вместо фенольной смолы опилки в монолит связывает полиэтилен. Если же в качестве наполнителя использовать золу ТЭЦ — ее накапливаются буквально горы, а утилизировать как следует пока не научились, — получатся изолирующие материалы, по свойствам не уступающие традиционным. Годится и песок, и битое стекло, и мраморная крошка — ассортимент мусора, в этом случае становящегося ценным сырьем, неисчерпаем.

Затем исходные компоненты, то есть ПЭТ с наполнителями и минеральными красителями, если они нужны, как следует перемешивают и аккуратно нагревают до определенной температуры, чтобы ПЭТ размягчился, но не расплавился.

И наконец, из этой массы штампуют готовые детали — под давлением и точно выдерживая температурный режим, в том числе и на этапе охлаждения. В результате получают изделия заданного состава и с заданными свойствами.

Уникально прочную черепицу и весьма долговечную тротуарную плитку на основе ПЭТ-матрицы с различными наполнителями авторы делать уже научились. Впереди — разработка технологий, с помощью которых можно будет делать из тех же старых бутылок, контейнеров, стаканчиков и прочего ПЭТ-мусора декоративные панели, шпалы для метрополитена, дренажные трубы, изоляционные материалы и многие другие изделия. Можно надеяться, что теперь-то наша цивилизация не погибнет в гряде пустых бутылок. Во всяком случае, наука выход нашла. Теперь дело за промышленниками.

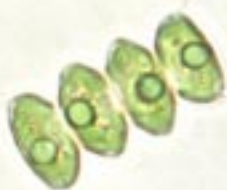
зоология

Водоросль-трансформер

Чтобы тебя не съели, надо вырасти примерно втрое. Оказывается, такой сценарий реализован в природе. Его генетические механизмы изучили ученые из Зоологического института РАН (ecology@zin.ru).

Кто будет связываться с детиной двухметрового роста? Желаящих наберется немного. А представьте себе, что в минуту опасности этот детина увеличится в три раза... Фантастика? Да, если мы говорим о людях. Но если речь идет об одноклеточных водорослях, то для них это обычный сценарий, предусмотренный природой. Одноклеточная водоросль сценедесмус в присутствии хищников — рачков и коловраток, которые ее поедают, вырастает в три раза крупнее. Это защитный механизм, поскольку такую крупную клетку коловратка проглотить не в состоянии.

Эту интересную особенность одноклеточной водоросли сценедесмуса исследовали ученые из Зоологического института РАН в Санкт-Петербур-



ге. Им удалось показать, что «смена имиджа» у клеток происходит на генетическом уровне.

Чтобы выяснить механизм трансформации, исследователи применили ингибитор актиномицин D, который блокирует считывание наследственной информации с ДНК и как следствие — синтез белка. Культуру водорослей они вырастили в слабом растворе минеральных удобрений. Для первого эксперимента водоросли рассадили в два стакана с коловратками, которые принялись их поедать. В один сосуд добавили актиномицин D, а другой оставили для сравнения.

В сосуде без тормозящего реагента водоросли срочно стали расти, чтобы их не проглотили хищники. А в сосуде с добавлением актиномицина D крупные «оборонительные» формы сцене-

десмуса почти не появлялись, и коловратки могли спокойно пировать.

Следующая манипуляция с водорослями с точностью до наоборот повторяла первую. Из сосуда, в котором клетки в целях обороны выросли, удалили оголодавших коловраток. Затем культуру снова разделили пополам и в один сосуд добавили актиномицин D. В присутствии ингибитора сценедесмусы остались крупными, тогда как в чистой воде без коловраток они снова измельчали.

Ученые пришли к заключению, что актиномицин D блокирует у сценедесмуса переключатель генетических программ и в результате водоросль перестает реагировать на появление или исчезновение хищника.

Образование «оборонительных форм» у сценедесмуса и близких к нему видов в ответ на появление поблизости водорослеядных рачков и коловраток биологи обнаружили давно. Кроме того, зачастую эти низшие растения в безопасности живут поодиночке или маленькими колониями, однако как только в воде оказываются организмы-фильтраторы, клетки не только вырастают в несколько раз, но и собираются в более многочисленные колонии. Сигналом для обнаружения хищников служат выделяемые ими в воду вещества. Ученые считают, что много миллионов лет назад такие колонии одноклеточных, образующиеся в период опасности по генетически запрограммированной схеме, могли стать одной из ступеней к многоклеточным существам.

Такой же способ защиты от хищников есть и у некоторых инфузорий. Кстати, с одной из них — инфузорией *Euplotes*, микробиологи недавно провели аналогичное исследование. И снова оказалось, что актиномицин D влияет на внешний вид простейшего. Это значит, что и у инфузорий, которые относятся к животным организмам, выбор стратегии в ответ на появление хищника также происходит на генетическом уровне.

ВИРУСОЛОГИЯ

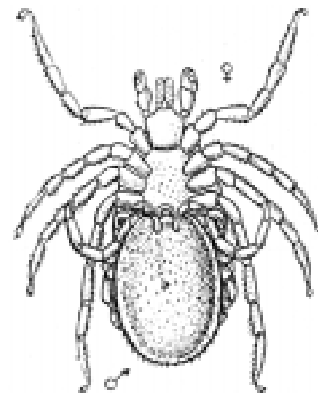
Потепление — шанс для клещей

Сырые мягкие зимы последних десятилетий приносят с собой не только простуду. Российские ученые из Института полиомиелита и вирусных энцефалитов

им. М.П.Чумакова РАМН в Москве считают, что с глобальным потеплением связан катастрофический рост заболеваемости клещевым энцефалитом.

В последнюю четверть XX века в России и многих европейских странах катастрофически возросла заболеваемость клещевым энцефалитом. В Российской Федерации, где много природных очагов энцефалита, она за 30 лет выросла в девять раз и достигла 10 тысяч случаев в год. Многие исследователи, в том числе сотрудник Института полиомиелита и вирусных энцефалитов РАМН Ю.С.Коротков, связывают это явление с глобальным потеплением климата.

Люди стали чаще болеть, потому что изменились условия существования пе-



реносчиков вируса клещевого энцефалита — иксодовых клещей. Болезнь переносят два вида клещей. Один из них, *Ixodes ricinus*, занимает обширную территорию трех континентов: Африки, Европы и Азии. С запада на восток он распространен от Британских островов до левого берега Волги. Дальнейшему продвижению рикинуса мешают холодные зимы. В тех местах, где температура января ниже минус 15°C, этот вид практически не встречается. Там его сменяет таежный клещ *Ixodes persulcatus*, которому нипочем любые морозы. (Именно этого клеща исследовал замечательный ученый Л.А.Зильбер; см. статью в предыдущем номере.) Таежных клещей мало только в Якутии, и то не благодаря суровой зиме, а из-за короткого лета, в течение которого клещи просто не успевают завершить свое развитие. За последние 30 лет климат изменился. Зимы потеплели, а весной и летом выпадает больше дождей. Леса стали продуктивнее, наполнились мелкими млекопитающими, на которых кормят-



ся клещи, да и сами членистоногие стали меньше спать и быстрее развиваются. Неудивительно, что заболеваемость клещевым энцефалитом заметно выросла.

Однако хотя заболевших и стало больше, количество тяжелых случаев уменьшилось. И тоже — благодаря потеплению. Дело в том, что приспособившись к суровым зимам вынуждены не только переносчики, но и возбудители инфекции, зимующие в клещах. Суровые зимы, как оказалось, способны выдержать только самые вирулентные штаммы, а в теплом климате отбор менее строг. В странах Средиземноморья, где зимой столбик термометра не опускается ниже 0°C, циркулируют преимущественно непатогенные или слабопатогенные для человека вирусы, такие, как вирус клещевой энцефалитной болезни, кадам, лангат; возбудители греческого энцефалита коз, испанского и турецкого энцефалита овец. Эти вирусы вместе с клещами в большом количестве заносят на север Европы перелетные птицы, но зиму они, как правило, не выдерживают. На северо-западе Европы ученые регистрируют главным образом штаммы вируса клещевого энцефалита, в той или иной степени опасные для человека. Их вирулентность возрастает с юго-запада на северо-восток, по мере увеличения суровости зимних условий. Такую же тенденцию отмечают и в горах с изменением высоты местности. Например, в предгорных равнинах Пермской области доля очаговой формы клещевого энцефалита составляет всего 4,2%, в прибрежной зоне Приморского края — 24,3%, а в континентальной части Хабаровского края уже более 40%. С увеличением высоты этот показатель возрастает в полтора-два раза.

Итак, чем холоднее зимы, тем опаснее штамм возбудителя и тяжелее заболевание. Но сейчас зимние температуры растут (например, за последние три десятилетия январь в Московской области стал на пять градусов теплее), поэтому наиболее патогенные штаммы встречаются реже.

Так что летнему потеплению мы обязаны активизацией клещей, расширению их ареала и увеличению количества заболеваний, а зимнему — облегчением участи заболевших.



ГЕНЕТИКА

Кое-что о генетике темперамента

Если человек своим нравом напоминает кого-то из родственников, окружающие понимающе кивают и говорят: «Гены, ничего не попишешь!» Но как и какие гены в действительности влияют на особенности поведения? Специалисты Научного центра психического здоровья РАМН при участии израильских коллег установили, что некоторые характеристики темперамента россиян, касающиеся в основном социальной активности, зависят от состояния гена дофаминового рецептора DRD4 (golimbet@online.ru).

Вклад наследственных факторов в индивидуальные психологические особенности человека, в том числе в его характер, составляет от 30 до 60%. Особенности темперамента, как и другие психологические свойства, зависят от взаимодействия многих генов, роль каждого из которых в отдельности достаточно слаба. В первую очередь это гены, кодирующие белки, которые участвуют в работе головного мозга, например ген рецептора, воспринимающего сигнал нейромедиатора дофамин. Существует множество вариантов последовательности гена DRD4. Ученые исследовали те из них, которые затрагивают регуляторную область гена, то есть влияют на его работу.

Подобные исследования уже проводили корейские ученые (на корейских женщинах) и американцы на своих соотечественниках африканского происхождения. Из результатов их работ можно заключить, что связь между последовательностью гена и темпераментом существует, однако на нее воздействуют самые разные факторы, в

том числе пол, возраст и этнические различия. Теперь настал черед россиян. В исследовании приняли участие 220 психически здоровых людей разного пола и возраста. Некоторые из них имели родственников, страдающих психическими заболеваниями, наследственность других ничем не былаотягощена. Участникам эксперимента предложили выполнить несколько психологических тестов, позволяющих оценить некоторые черты личности: тягу к социальным контактам, энергичность, позитивный эмоциональный настрой, уровень активности и самооценки, склонность к поиску новых впечатлений и риску, импульсивность и раздражительность. Генетические исследования ученые проводили на ДНК, выделенной из венозной крови людей.

Оказалось, что ни пол, ни наследственная отягощенность не повлияли на исследуемые психологические признаки россиян. Импульсивность, раздражительность, тревожность, судя по всему, не зависят от разнообразия генных последовательностей регуляторной области дофаминового гена. Зато вариации гена связаны с теми чертами темперамента, которые характеризуют социальную активность: общительность, энергичность, позитивный эмоциональный настрой, склонность к поиску новых впечатлений. При этом у людей замкнутых и инертных преобладают варианты гена с пониженной активностью.

Ранее московские ученые установили, что такой же генотип часто встречается среди женщин, страдающих шизофренией с ярко выраженной симптоматикой. Известно, что особенности личности большого влияют на то, как он справляется с болезнью. Контактные, активные оптимисты легче переносят болезнь, и прогноз для них более благоприятен. Исследователи предполагают, что определенные варианты гена DRD4, по всей вероятности, те, которые связаны с высоким уровнем социальной активности, противостоят развитию шизофрении и благоприятно влияют на ее течение и исход.



Вальс со сменой партнеров

Нобелевская премия — это не только признание успехов, но и победа, поскольку лауреата выбирают на конкурсной основе. Победу 2005 года можно назвать долгожданной, но не для лауреатов (для них премия всегда неожиданность), а для армии химиков-органиков. После того как в 1994 году Нобелевскую премию присудили Джорджу Ола за развитие химии карбокатионов, органическая химия оставалась в тени более ярких успехов биохимии, буквально захватившей монополию на Нобелевские премии. В почетный список нобелевских призеров удалось вклиниться лишь новому фуллерену, проводящим полимерам и фемтосекундной спектроскопии, но органический синтез в течение последних 11 лет такого признания не получал.

Имена новых нобелевских лауреатов по химии стали известны 5 октября 2005 года: француз Ив Шовен и американцы Роберт Граббс и Ричард Шрок. Премию они получили за открытие и разработку реакции метатезиса в органическом синтезе.

Реакцию метатезиса (по-гречески *мета* — замена и *тезис* — позиция) химики также называют обменной реакцией, а ее общая схема проста и наглядна (рис.1): при взаимодействии двух молекул олефинов — углеводородов, содержащих двойные связи, они обмениваются обрамляющими органическими группами. Подобный процесс иногда называют диспропорционированием.

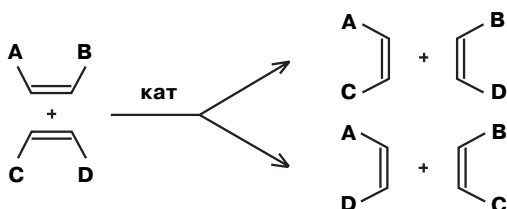


Рис. 1

Известна она довольно давно — еще в 1950-х годах при проведении некоторых промышленных процессов с участием олефинов стало понятно, что из чего получается, только было непонятно, как именно. Позже компания «Филипс Петролеум» даже запустила промышленный процесс, ставший известным как трио-





Художник Н.Кравцин



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

лефиновый Филлипс-процесс — превращение пропилена в этилен и бутен в присутствии катализатора (оксида молибдена либо карбонила молибдена, нанесенного на оксид алюминия). В реакционной системе присутствовало три олефина, что и определило название процесса (рис. 2):

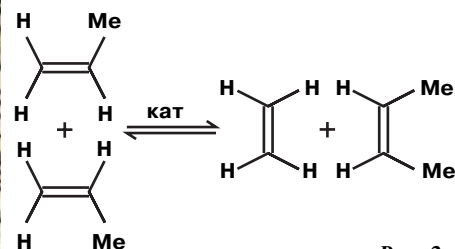


Рис. 2

Начиная с 1960-х годов многие химики пытались объяснить механизм этой реакции образованием различных циклических переходных комплексов, но истинный механизм метатезиса впервые предложил в 1971 году французский ученый Ив Шовен (первый из трех нынешних лауреатов). По мнению Шовена, ключевую роль играет образующийся в реакционной системе металлокарбен — соединение, где атом металла связан двойной связью с углеродом: $\text{M}=\text{C}$. К этой мысли нобелевский лауреат пришел, ознакомившись с тремя независимыми работами. Первая из них — это статья Эрнста Отто Фишера (лауреата Нобелевской премии 1973 года), в которой он сообщал о новом типе связи углерод—металл, найденной в (метилметоксикарбен)пентакарбонилвольфраме $(\text{CO})_5\text{W}=\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OCH}_3)$. Эта работа привлекла внимание Шовена, поскольку соединение, содержащее двойную связь между атомами углерода и металла, было получено впервые. Вторая работа — публикация Джулио Натты (лауреата Нобелевской премии 1963 года), описывающая, как замыкается в процессе полимеризации циклопентен в присутствии триэтилалюминия и гексахлорида вольфрама. Третий факт, принятый

им во внимание, — уже упомянутый промышленный процесс, при котором, как известно, пропилен диспропорционирует и образует этилен и бутен (см. схему выше). Можно сказать, что два нобелевских лауреата (Фишер и Натта), сами того не подозревая, привели к Нобелевской медали третьего химика — Шовена.

На первый взгляд все три упомянутых факта никак между собой не связаны, но, сопоставив их, Шовен пришел к мысли, что полимеризация циклопентена и перегруппировка пропилена — это, по существу, один и тот же процесс, который катализирует карбен вольфрама, образующийся в реакционной системе. Нельзя не согласиться, что подобное умение связать далекие друг от друга явления и сделать правильный вывод дано не каждому. В результате будущий нобелевский лауреат предложил схему (рис. 3): сначала образуется четырехчленный переходный комплекс, в котором объединяются олефин и металлокарбеновый катализатор. Потом комплекс распадается и на катализаторе остается органическая группа, которую на следующей стадии он передает другой молекуле олефина.

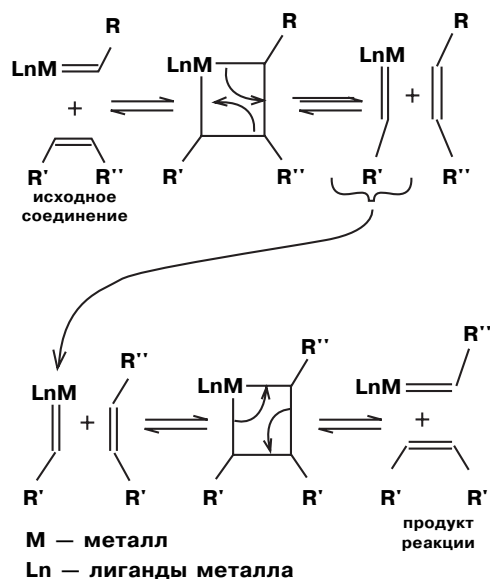


Рис. 3

На схеме видно, что исходное соединение содержало разные органические группы R' и R'', а продукт реакции содержит одинаковые группы R'.

Шовену удалось подтвердить предложенный им механизм. Для этого он сравнил состав образующихся продуктов и провел перегруппировку бутена в присутствии такой каталитической системы (WCl₆ и MeLi либо Me₄Sn), которая должна была целенаправленно образовывать металлокарбен. Результаты доказывали, что механизм

правильный, однако первое время схема не пользовалась успехом у химиков — за четыре года ее процитировали лишь в двух работах (приятно отметить, что автором одной был наш соотечественник академик Б.А. Долгопосок, который в числе первых оценил новую идею). Позже этот механизм в научной литературе стали называть механизмом Шовена.

Работа Шовена открыла целое направление новых исследований — необходимо было вводить в реакционную систему заранее полученный металлокарбен. И это весьма успешно проделали два других нынешних лауреата Шрок и Граббс. Последующее творчество этих широко известных сегодня ученых напоминало состязание: у них не было совместных публикаций, то есть они никогда не бежали эстафету в одной команде, но, несомненно, внимательно следили друг за другом на беговой дорожке.

Двигаясь по пути, указанному в работах Шовена, Р. Шрок начал поиски эффективных катализаторов метатезиса с карбеновых комплексов тантала и ниобия. При этом он считал, что металл в комплексе должен иметь высшую степень окисления, и даже предложил для таких соединений специальный термин — металл-алкилиден. В 1980 году он получил очень эффективные комплексы Ta и Nb, а затем перешел к алкилиденам ниобия, вольфрама, молибдена и рения, вводя в них объемистые обрамляющие группы, чтобы предупредить распад катализатора (рис. 4).

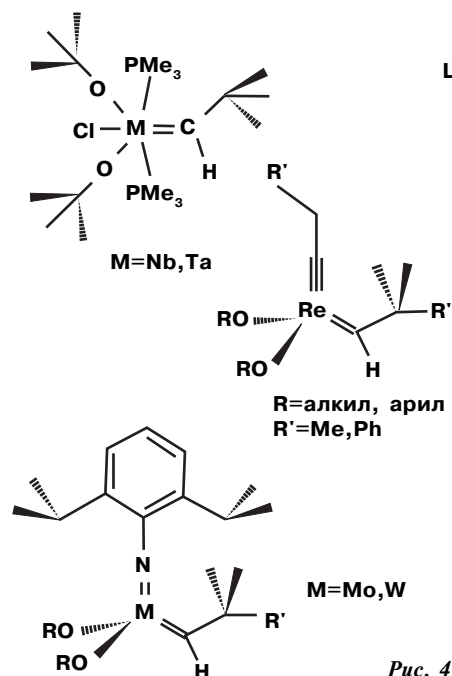


Рис. 4

Все эти катализаторы необычайно активны — например, одна молекула

Мо-содержащего соединения, в котором R = CMe(CF₃)₂, в течение одной минуты катализирует превращение более тысячи молекул олефина. Кроме того, такие катализаторы очень избирательны — они затрагивают только двойные связи и не трогают другие функциональные группы (спиртовые, амидные, альдегидные и карбоксильные).

А потом оказалось, что простая на первый взгляд реакция метатезиса таит в себе такие возможности, о которых химики даже не могли мечтать.

Например, с помощью молибденового катализатора удалось превратить диены (углеводороды, содержащие две двойные связи) в циклические олефины (рис. 5), что чрезвычайно трудно сделать каким-либо иным способом:

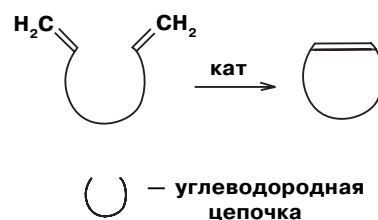


Рис. 5

Еще выяснилось, что реакционной способностью новых катализаторов можно тонко управлять, изменяя природу групп R. Когда в молибденосодержащем соединении R — трет-бутил, то катализатор позволяет осуществить необычайно изящный вариант метатезиса — размыкание олефинового цикла с его одновременной полимеризацией (рис. 6).

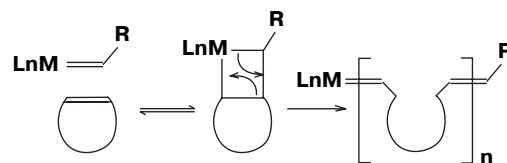


Рис. 6

Ничего подобного раньше проделать не удавалось — возможным было что-нибудь одно: или радикальная полимеризация олефинов (стирола, метилметакрилата), или ионная полимеризация циклов (капролактама), но одновременно раскрыть двойную связь и разорвать цикл удалось впервые. Как выразился Дж. Натт, впечатление было такое, будто двойную связь в цикле разрезали ножницами, а по сути — это новый тип полимеризационного процесса. Для такой реакции больше всего подходят напряженные циклы — в этом случае вторая стадия становится необратимой, и получаются монодисперсные полимеры с почти одинаковой длиной

цепи. Интересно, что фрагменты катализатора, оседающие на концах полимерной цепи, сохраняют «жизнеспособность» и к полученному полимеру можно добавить другой мономер, затем третий и таким образом получать ди- или триблочные полимеры (рис. 7).

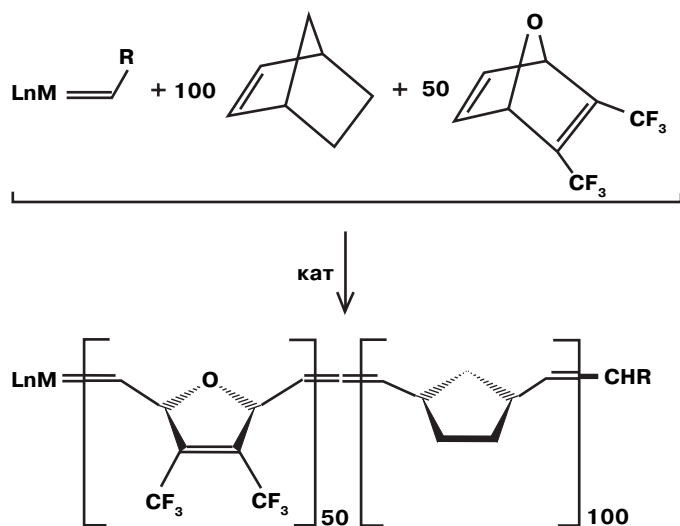


Рис. 7

Изучая метатезис, Шрок разработал несколько специальных катализаторов, с помощью которых можно получать строго определенные оптические изомеры органических соединений — это особенно важно при синтезе лекарственных препаратов.

Катализаторы Шрока, как мы уже упомянули, оказались исключительно активными, тем не менее они обладали некоторыми недостатками, например были весьма чувствительны к окислению и влаге.

Этот недочет удалось устранить Р.Граббсу, который, начиная с середины 1980-х годов, также приступил к поискам катализаторов метатезиса. К этому моменту он уже был знаком с механизмом реакции, предложенным Шовеном, и понимал, что катализатор должен был быть металлокарбеном, то есть соединением с двойной связью углерод — металл $M=C$. В отличие от Шрока, создававшего катализаторы на основе молибдена, вольфрама и рения, Граббс сосредоточил внимание на соединениях рутения. К этому его привело знакомство с работами Джулио Натта — того самого, который разбудил творческую фантазию Шовена. Из работ Натта следовало, что галогениды рутения могут катализировать полимеризацию олефинов даже в водных средах. Поэтому Граббс предположил, что на основе соединений рутения можно создать устойчивые катализаторы метатезиса, которые, в отличие от созданных Шроком, будут

стабильно работать во влажной среде. Граббс понимал, что это важно для промышленного производства, где тщательное предварительное высушивание реагентов заметно усложняет технологию.

В 1992 году он сообщил о получении первого такого катализатора (соединение А). Потом он его немного изменил, упростил фрагмент X, связанный с карбеновым углеродом ($M=C-X$), и заменил фенильные группы у атомов фосфора на циклогексильные (соединение Б). Оба металлокарбена (рис. 8) впоследствии будут названы катализаторами первого поколения.

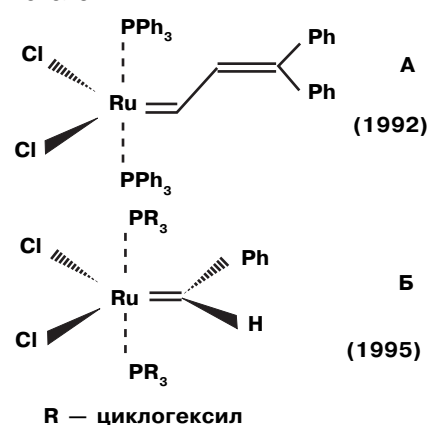


Рис. 8

Соединение Б оказалось не только стабильным на воздухе и во влажной среде, но и подобно молибденовому катализатору Шрока, активным в неизвестной ранее полимеризации на-

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

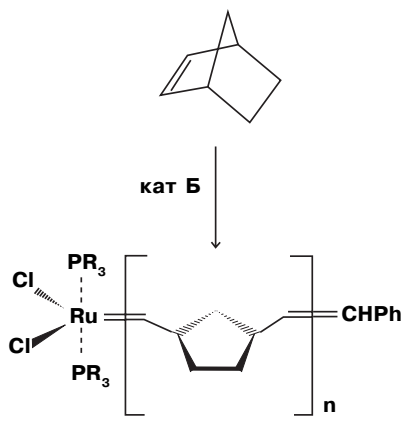


Рис. 9. Дициклопентадиен

пряженных циклических олефинов. Как мы уже говорили, в результате такой реакции метатезиса получаются полимеры необычного строения, интересные не только теоретикам.

Например, полимер дициклопентадиена (рис. 9) обладает замечательной прочностью — в блоке такого полимера толщиной 3,8 см застревают девятимиллиметровые пули (рис. 10).



Рис. 10

Поскольку подобные полимеры оказались вполне доступными по цене, на их основе уже начато производство спортивного инвентаря и сантехнической аппаратуры.

Кроме того, соединение Б катализует превращение широкого набора олефинов — коммерческую значимость подобных веществ фирма «Fluka» подтвердила, присудив этому веществу в 1998 году почетное звание «реагент года».

С помощью нового катализатора оказалось возможным проводить в одну стадию такие реакции, которые до того считались в органической химии почти недостижимыми. Например, превращение триена (соединение с тремя двойными связями), содержащего циклический фрагмент, в бициклический диен. При этом катализатор как бы перемещается от одной двойной связи к другой (рис. 11), из-за чего этот процесс называют «реакцией домино». По этой схеме

удалось получить биологически активный алкалоид галосалин.

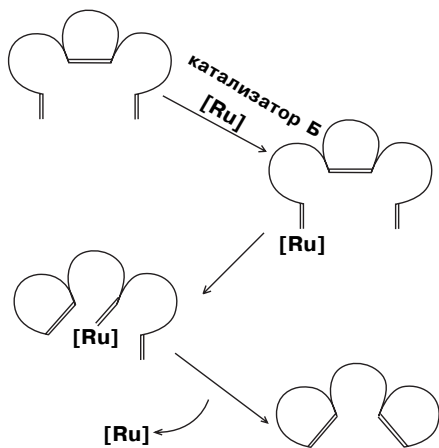


Рис. 11

Несмотря на все их невиданные возможности, у катализаторов первого поколения были и недостатки: сравнительно небольшой срок службы и пониженная (в сравнении с катализаторами Шрока) активность. Вот почему Граббс начинает совершенствовать разработанные каталитические системы. К этому моменту у него уже сложились определенные представления о некоторых деталях происходящего каталитического процесса. Он полагает, что одна из промежуточных стадий — отрыв фосфорсодержащего лиганда, и заменяет его на объемный азотсодержащий. Так родились катализаторы второго поколения. Один из наиболее известных, катализатор В (рис. 12), уже производится и продается.

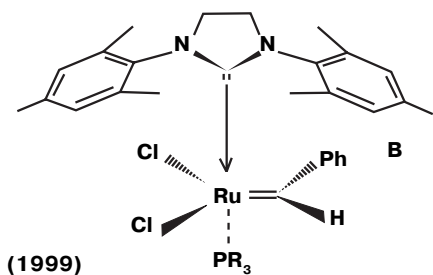


Рис. 12

С его помощью, например, по схеме метатезиса получают строго определенный стереоизомер углеводорода, который содержит в определенном месте двойную связь и ацетатную группу на конце цепи. Этот стереоизомер — эффективный и очень нужный аттрактант (от латинского *attraho* — притягиваю к себе), который своим запахом привлекает насекомых, позволяя затем собирать их в специальные

ловушки. Синтез его прост (рис. 13), а стоимость производства по схеме метатезиса невелика. Аттрактант используют в борьбе с лифрлером (порусски листоверт) — вредителем яблонь, груш и персиков.

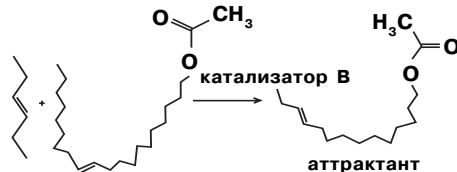


Рис. 13

Еще один пример того, какие необычайно широкие возможности в органическом синтезе открыл метатезис — это введение в полипептиды поперечных углерод-углеродных связей (рис. 14).

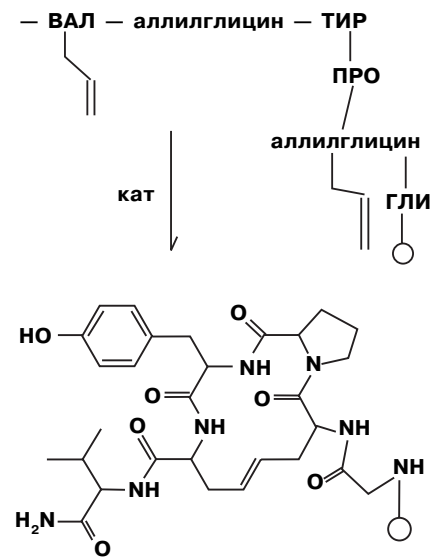


Рис. 14

ВАЛ, ТИР, ПРО И ГЛИ — общепринятое сокращенное обозначение остатков аминокислот валина, тирозина, пролина и глицина, входящих в состав белков.

Наверное, один из наиболее эффективных результатов, полученных с рутениевым катализатором Граббса — получение циклического полиэтилена с огромной молекулярной массой. В структуру катализатора заранее вводят углеводородный циклический фрагмент, потом с его участием полимеризуют циклооктен — при этом цикл раскрывается и многократно соединяется в длинную цепь. В итоге на молекуле катализатора возникает полимерная петля с двойными связями, которая, после того как ее отсоединили от катализатора, образует гигантский изолированный цикл. Затем циклы гидрируют и получают циклический полиэтилен (рис. 15), причем молекулярная масса циклов достигает миллиона.

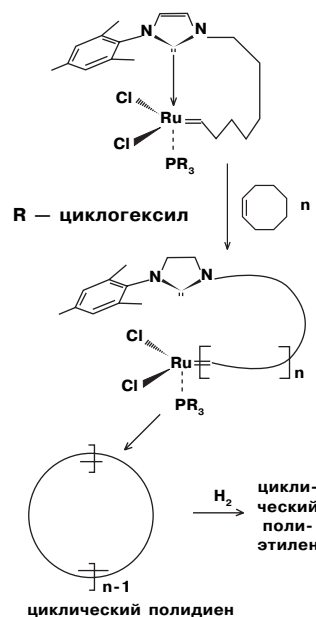


Рис. 15

Благодаря этому эксперименту химики впервые смогли сравнить два полимера одинакового состава и близкой молекулярной массы, один из которых состоял из линейных молекул (обычный полиэтилен), а другой — из циклических. Оказалось, что их физико-химические свойства заметно различаются, и это породило новое направление в полимерной химии, которое только начинает развиваться.

После многочисленных экспериментов химиков-синтетиков выяснилось, что в некоторых процессах более эффективны катализаторы Шрока, в других — катализаторы, разработанные Граббсом. Профессор Бостонского университета А. Ховеяда, специалист по биосинтезу, сравнивая катализаторы двух «участников состязания», сказал: «Когда нам нужна высокая реакционная способность, мы работаем с молибденовыми катализаторами (Шрока), а когда нам необходимо проводить реакции в менее строгих условиях, используем рутениевые катализаторы (Граббса), кстати более доступные. Оба типа катализаторов — это два крыла одного ангела, который не может летать с одним крылом». Совершенно очевидно, что бесспорного преимущества у кого-либо из этих двух авторов нет, поэтому естественно, что лауреатами Нобелевской премии стали оба ученых.

Сегодня метатезис — одна из важнейших глав в современной органической химии. Большинство таких реакций проходит в одну стадию и без образования побочных продуктов, что позволяет создавать на их основе экологически безопасные производства. Метатезис сделал возможным синтез новых лекарственных препаратов, пестицидов, органических реактивов и полимеров со специфическими свойствами.

Нобелевские лауреаты



Ив Шовен (Yves Chauvin) родился в 1930 году. Весь его научный путь связан с Французским институтом нефти (IFP), расположенным в Рей-Мальмезон. Начиная с 1960 года он работал в этом институте, вначале в должности инженера, затем — заведующего сектором, позже руководил работой лаборатории молекулярного катализа, с 1991 года стал директором по научной работе. В настоящее время он на пенсии, но сохранил пост почетного директора этого института. В 1971 году (совместно с Жаном Луи Эриссоном) теоретически обосновал схему протекания реакции метатезиса, осуществил первые синтезы и нашел катализаторы этой реакции, а позже указал на широкие возможности найденного процесса.

Его работы отмечены наградами Французской ассоциации нефтехимии (1990) и Немецкого научного центра изучения нефти, природного газа и угля (медаль Карла Энглера, 1994). В центре его интересов постоянно были процессы нефтехимического синтеза, а его исследования всегда были ориентированы на решение прикладных задач.

Присуждение премии оказалось замечательным подарком к 75-летию И. Шовена (день рождения лауреата — 10 октября). В одном из интервью ученый сказал, что весьма смущен этим событием, поскольку премией отмечены работы тридцатипятилетней давности, а в последние годы его научные интересы находились совсем в иной области. По его мнению, он лишь указал направление исследований американцам Граббсу и Шроку, которым принадлежит основная заслуга в изучении метатезиса.



Роберт Граббс (Robert H. Grubbs) родился в 1942 году в Кальверт-Сити (штат Кентукки). Степень бакалавра и степени магистра получил в университете Флориды (1963–1965). В 1968 году защитил диссертацию в Колумбийском университете, затем год стажировался в Стэнфордском университете. С 1978 года работает в Калифорнийском технологическом институте (Пасадена), в настоящее время — профессор. Роберт Граббс с 1989 года член Национальной академии наук, имеет награды Американского химического общества: отделения металлорганической химии (1988), химии полимеров (1995) и за творческое исследование синтетических методов (2001). Кроме того, его работы отмечены научным обществом А. Гумбольдта, а в 2000 году он был награжден медалью Бенджамина Франклина за достижения в химии.



Ричард Шрок (Richard R. Schrock) родился в 1945 году в городе Берне (штат Индиана). В восемь лет он получил в подарок от брата набор химических реактивов, и с тех пор увлечение химией стало главным в его жизни. Степень бакалавра получил в 1967 году в Калифорнийском университете, докторскую степень — в 1971 году в Гарвардском университете. С 1975 года и по настоящее время занимается исследованиями в Массачусетском технологическом институте, в 1980 году получил звание профессора. Член Национальной академии наук.

Шрок впервые создал эффективный металлорганический катализатор метатезиса в 1990 году. Награжден Американским химическим обществом за работы в области металлорганической химии (1985), за вклад в разработку новых синтетических методов (1996). Его работы также отмечены фондом А. Гумбольдта, медалью Балара от Иллинойского университета (1998) и медалью сэра Джеффри Уилкинсона (2002).

В одном из интервью Шрок сказал: «Я люблю манипулировать предметами, люблю готовить на кухне, работать с деревом и еще люблю делать молекулы. Создавать вещества необычного состава — очень увлекательное занятие». По мнению Шрока, несмотря на то что в наши дни фундаментальные исследования не пользуются всеобщим признанием, именно они приводят в конечном счете к важным промышленным разработкам.



Каждому нобелевскому лауреату неизбежно приходится придумывать, как бы кратко рассказать широкому кругу людей, не имеющих профессиональных знаний в данной области, в чем сущность премированной работы. Для метатезиса авторы нашли исключительно наглядное

описание реакции в виде мультфильма под названием «Танец со сменой партнеров». Этот видеоролик помещен на сайте Нобелевского комитета: <http://nobelprize.org/chemistry/laureates/2005/animation.html>.

Все реагенты показаны в виде вальсирующих пар, причем наблюдатель находится

под куполом танцевального зала и видит головы партнеров и соединенные пары рук, удачно имитирующие двойные связи между атомами.

Катализатор — танцор с копной черных взлохмаченных волос, вместе со своей парой периодически присоединяется к другой вальсирующей паре,

образуя с ними четырехчленный переходный комплекс, который затем распадается с образованием новой пары — продукта реакции: все происходит по схеме, предложенной Шовеном.

Нобелевская премия за открытие одной реакции — случай редкий. Наиболее близкая аналогия — премия, полученная в 1950 году О. Дильсом и К. Альдером за диеновый синтез. Обе эти реакции вполне достойны высокой награды, поскольку каждая из них раскрыла новые широкие возможности органического синтеза.

Метатезис

Исходное соединение, катализатор



Образование переходного комплекса



Продукт реакции



Читаем ДНК: в сто раз быстрее, в тысячу раз дешевле

Невидимые буквы

С тех пор как стало ясно, что за роль в нашей жизни играет ДНК, она остается в центре внимания мировой науки. Биохимики, биофизики, генетики, математики плечом к плечу двинулись на штурм двойной спирали. Ни один древний текст на мертвом языке, ни одну шпионскую радиogramму не расшифровывали с таким азартом. Ничего удивительного: наградой могут оказаться такие тайны, какие не снились археологам и контрразведчикам. Но и задача более сложная.

Алфавит составили сравнительно быстро, найдя соответствия между нуклеотидными триплетами и аминокислотами белков. Этот секрет людям выдали бактерии, которым подсовывали искусственно синтезированные матрицы, а потом наблюдали за процессом «чтения» — как если бы археолог мог попросить древнего египтянина прочесть вслух иероглифы, переписанные наугад. Сложнее со словарем: очень уж он велик даже у одного отдельно взятого многоклеточного, и нелегко установить значения всех разнообразных буквенных последовательностей, из которых состоит геном. Вдобавок лишь часть генома, кодирующая белки, записана известным нам триплетным кодом, в остальном же геноме действуют совсем другие правила. А еще, хотя триплетный «алфавит» практически одинаков у всех живых существ, «диалекты» могут так сильно различаться, что между родственными генами у эволюционно далеких видов трудно найти сходство без математических методов. Так что Далям и Ожеговым работы хватит надолго.

И еще одна незначительная деталь: генетическая информация не высечена в камне и не нанесена чернилами на пергамент, а представляет собой последовательность мономеров в биополимере. Простым глазом эти тексты даже не разглядишь. Приходится придумывать методы, по сравнению с которыми технические ухищрения гуманитарного цеха, вроде изучения палимпсестов в ультрафиолетовом свете, — просто милая забава.

Как было до сих пор

Дезоксирибонуклеиновая кислота, как и положено кислоте, в водном растворе дает анион. Если погрузить в рас-

твор анод и катод, то фрагменты ДНК направятся к плюсу. Если вместо раствора будет гель на водной основе, то скорость фрагментов окажется обратно пропорциональной их длине: маленькие ниточки заскользят через гелевую сетку сравнительно быстро, а длинные будут чаще цепляться и ползти медленней. А поскольку пройденный путь, как известно, равняется скорости, умноженной на время, фрагменты ДНК, которые изначально находились в одной капельке смеси, через некоторое время выстроятся по росту. Метод электрофореза в геле применяется почти всегда, когда требуется рассортировать куски ДНК по длине, от большого к маленькому.

Высоковольтный электрофорез в полиакриламидном геле сделал возможным секвенирование по Сэнгеру — способ чтения ДНК, который оставался самым главным в течение десятилетий (первая публикация — 1977 год), и пока еще не превзойден по сочетанию простоты, точности и эффективности. Суть его в следующем: раствор фрагмента, назначенный к прочтению, разделяют на четыре части и в каждой части запускают реакцию полимеризации ДНК, в которой этот фрагмент играет роль матрицы. Помимо нормальных нуклеотидов в смесь добавляют и «тупиковые», обрывающие синтез цепочки, в каждую из четырех пробирок какой-нибудь один: А, Т, G или С. Количество реагентов и условия подбирают так, чтобы в каждой пробирке получились все возможные фрагменты: в первой — все, кончающиеся на А, во второй — на Т и так далее. А затем по капле из каждой пробирки помещают в лунки на геле и пропускают через него ток. Через некоторое время новосинтезированные кусочки ДНК разделяются по размеру, располагаясь узкими полосочками. Разумеется, простым глазом они не видны, но ученые выходят из положения, например, с помощью радиоактивной метки и рентгеновской пленки. Каждая полосочка соответствует одному нуклеотиду. На одной дорожке будут все буквы А, на другой — С и так далее, а по расстояниям от старта можно определить, какая буква за какой следует.

За прошедшие десятилетия метод Сэнгера был творчески развит и авто-

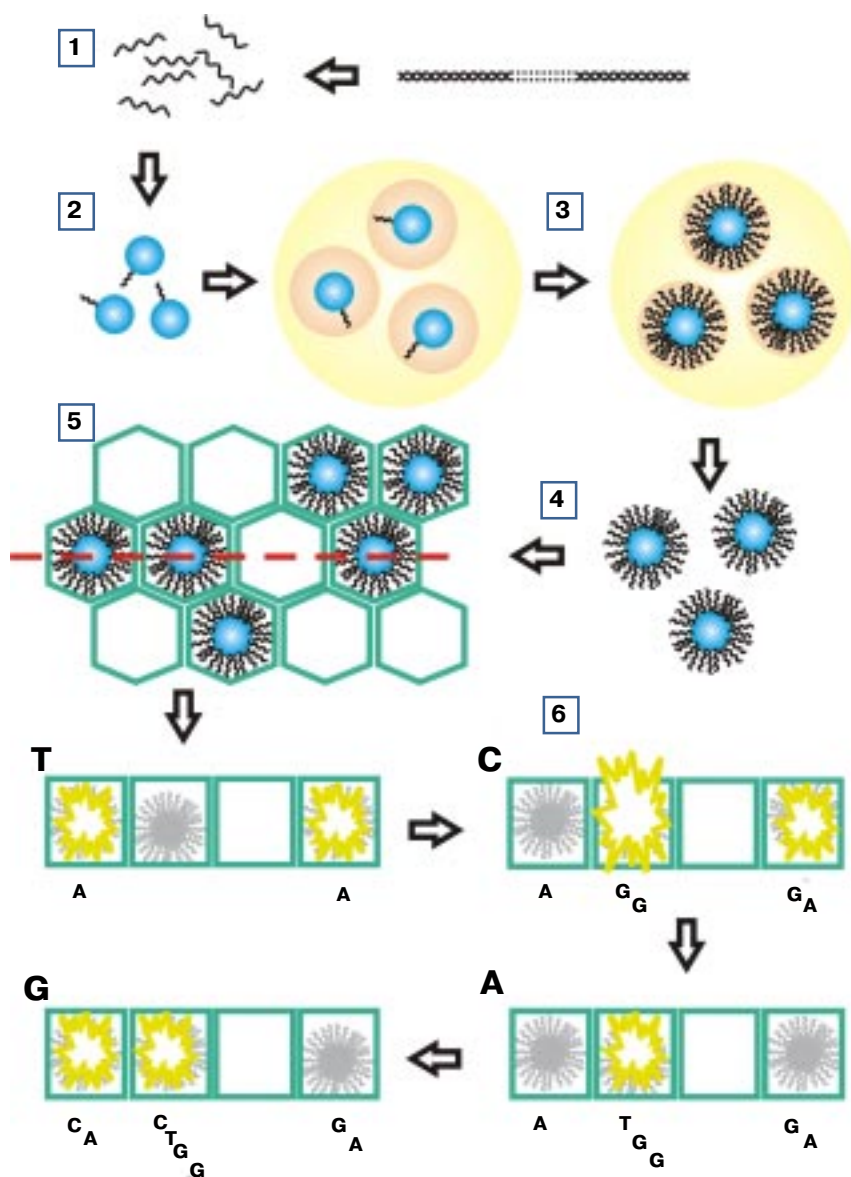
матизирован, а производство всех необходимых реагентов поставлено на широкую ногу. Другие методы, которые, казалось, могли представлять ему альтернативу (такие, как метод Максама — Гилберта, основанный на специфической деградации ДНК: читаемый фрагмент нарезали таким образом, чтобы получились все возможные куски с окончанием на определенный нуклеотид, а дальше опять-таки ставили электрофорез), не выдержали конкуренции. Зато из секвенирования по Сэнгеру выжали все возможное: как-никак столько геномов расшифровано, включая наш собственный. Но хочется читать ДНК еще скорее и дешевле, да притом без потери в точности. И ведь придется что-нибудь придумать — если мы действительно хотим заниматься медицинской генетикой, изучением биоразнообразия и тому подобными интересными вещами.

Папа и сын

С очередной попыткой создать технику быстрого чтения ДНК недавно познакомил своих читателей журнал «Nature» (2005, т.437, с.376—380). Новый метод секвенирования описали несколько десятков авторов под руководством Марселя Маргулиса и Майкла Эггольма (Marcel Margoulies, Michael Egholm) из «454 Life Science Corporation» в Коннектикуте. (Кроме этой компании, в работе участвовали Калифорнийский университет, Рокфеллеровский университет и Ротбергский институт детских болезней.)

Имя Джонатана М.Ротберга в списке авторов стоит последним, тем не менее новый метод уже называют «секвенированием по Ротбергу». И не просто так. Основатель корпорации «CuraGen», одной из ведущих компаний в области фармакогенетики, знаменит не только научными достижениями, но и тем, что регулярно попадает в списки самых молодых среди богатых и самых богатых среди молодых жителей планеты — сейчас ему чуть больше сорока лет. Однако разработка супербыстрого секвенирования была для него не только перспективным вкладом денежных средств.

Такие трогательные истории чаще происходят в голливудовских научно-



Возможно, через несколько лет подобные схемы появятся в учебниках. Однонитевые фрагменты ДНК (1) прикрепляются к бусинам (2) и помещаются в капельки эмульсии (3). В результате полимеразной цепной реакции в каждой капельке образуется множество идентичных копий фрагмента (4) — это необходимо для усиления сигнала. Бусины с ДНК помещают в шестигранные колодцы (5), где проходит реакция пиросеквенирования. Присоединение очередного нуклеотида вызывает вспышку флуоресценции. Если присоединяется несколько одинаковых нуклеотидов подряд, вспышка бывает более яркой (6)

фантастических фильмах, но иногда случаются и в жизни. Шесть лет назад у Ротберга родился сын — и сразу же попал в отделение интенсивной терапии: мальчик не мог самостоятельно дышать. Отец не спал ночей от беспокойства, подозревая у ребенка генетическую болезнь. Молодые папы вообще склонны к панике, но доходы Ротберга позволяли ему паниковать с размахом. Он пообещал себе, что расшифрует весь геном сына.

Обещания обещаниями, но после проекта «Геном человека» всем известно, что это удовольствие стоит миллиарды долларов и занимает десятки лет. Столько Ротберг не мог ждать. Он

основал «454 Life Science Corp.» и поставил перед ней задачу: создать такой метод чтения ДНК, какого еще не бывало. Чтобы немедленно и за реальные деньги — ну хотя бы миллионы, а не миллиарды...

Немедленно не получилось: понадобились годы. К счастью, здоровье Ротберга-младшего давно не внушает никаких опасений. Будет ли папа секвенировать его геном, неизвестно. Но в принципе такая возможность теперь есть.

С помощью нового метода можно прочесть 25 миллионов пар оснований (это весь геном низшего гриба) за четыре часа, а три миллиарда нуклеотидов, составляющих геном человека, —

за сто дней, стоимость же такого проекта, по предварительным оценкам, составит всего-то около десяти тысяч долларов. Причем, в отличие от метода Сэнгера, для каждой реакции требуются не микролитры, а пиколитры раствора матрицы. Фактически дальше речь пойдет об отдельных молекулах!

Джеймс Уотсон, один из первооткрывателей двойной спирали, уже пообещал предоставить умельцам из Коннектикута образец своей крови, чтобы они подарили его генотип мировой науке и истории. (Не хуже, чем завещать собственный мозг родному институту! Даже интереснее, потому что даритель может сам поучаствовать в исследовании препарата...) О новом методе одобрительно отозвался и Дж. Крэйг Вентер — еще один гигант молекулярной генетики, основатель института своего имени, президент знаменитой «Celera Genomics» (его статья, написанная совместно с Ю-Ху Роджерс, научным директором технологического центра при Институте Крэйга Вентера, опубликована в том же номере «Nature»). В Институте Крэйга Вентера тестировали новый метод секвенирования, так что слово двух этих ученых дорогого стоит. Не забыли они, впрочем, и указать на некоторые недостатки. Но сначала — о приятном.

Огоньки в сотах

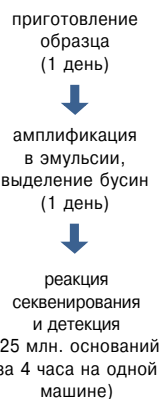
Итак, берется образец ДНК, которую надо прочитать. Специальные ферменты нарезают его на кусочки случайным образом, и кусочки эти изолируют друг от друга предельным разведением. К каждому кусочку цепляют адапторную нуклеотидную последовательность, которая, в свою очередь, цепляется к маленькой бусинке (средний диаметр — 28 микрометров). К одной бусинке прикрепляется только один фрагмент. Затем бусины попадают в капельки водной эмульсии в масле. В этих капельках содержится все необходимое для амплификации ДНК методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Для чего нужна эмульсия и почему не подходит обычный водный раствор, объяснять не надо: каждая капелька — это отдельный реакцион-

Метод Сэнгера



Более 3 недель

Параллельное пиросеквенирование



3 дня

Сравнение секвенирования по Сэнгеру и параллельного пиросеквенирования по Маргулису — Эггольму — Ротбергу. Впрочем, на этой впечатляющей схеме не отражены недостатки нового метода...

ный сосуд, в котором копируется один и только один фрагмент ДНК. Как сказал журналистам сам Ротберг, при традиционном для метода Сэнгера клонировании фрагменты ДНК изолируют и наращивают в бактериальных клетках, а здесь роль клеток играют капельки эмульсии.

Здесь можно пофантазировать о лабораторном моделировании примитивных одноклеточных организмов. Масляное окружение водного пузырька с нуклеотидно-ферментным содержанием — чем не аналог липидной мембраны? Было бы слишком смело предполагать, что первые живые клетки возникли именно таким способом, поскольку на безжизненной Земле вряд ли нашлось бы нужное количество масла. Но тем, кто мечтает создать в пробирке новую форму жизни, стоит взять на заметку методику пиросеквенирования.

Однако вернемся к рутинной лабораторной работе. После ПЦР к каждой бусинке прицепляется около 10 млн. копий индивидуального фрагмента. Эмульсию разрушают, и бусинки, об-

росшие ДНК, центрифугированием загоняют в реакционные сосуды — открытые сверху микроскопические соты (диаметр каждой ячейки 44 микрометра, объем — 75 пиколитров). Соты размещены на волоконно-оптической подложке — квадратике размером 6 на 6 см, который несет на себе примерно 1,6 миллиона ячеек. Если бусина попадет не в каждый «колодец», это даже хорошо: меньше будет вероятность ложных сигналов.

Теперь поместим пластинку в специальный прибор и будем омыwać ее по очереди четырьмя растворами, содержащими нуклеотиды, — Т, С, А, G. Когда очередное основание присоединяется к цепочке, высвобождается пирофосфат и запускает флуоресценцию, поскольку в ячейках, помимо ДНК-полимеразы, присутствуют люцифераза и люциферин. Принцип этого метода — секвенирование методом синтеза, оно же пиросеквенирование или секвенирование в реальном времени, — впервые описал в 1988 году Эдвард Химан (Edward Hyman). Ферменты, как и ДНК, тоже прицеплены к бусинам, которые не вымываются из ячеек, а остаются на местах, как камешки на дне ручья, удерживая ферменты и матрицу, нуклеотиды же сменяют друг дружку. Пришел аденин — во всех сотах, где к цепочкам присоединяется А, вспыхивают огоньки, а остальные, ожидающие Т, G или С, остаются темными, пока не настанет их очередь. А дальше — дело техники. Оптические волокна передают вспышки на сенсорное устройство, компьютер записывает букву за буквой сразу в сотне тысяч последовательностей, а счастливый хозяин замечательного прибора заказывает пиццу, гуляет по интернету или расписывает всю эту методику для статьи в научном журнале — серьезно и подробно, а не как мы только что сделали.

Для публикации в «Nature» отсекали геном бактерии *Mycoplasma genitalium* (580,069 н. п.). ДНК вредной инфекции нарезали на кусочки средней длиной 110 оснований, автоматизированная реакция (42 цикла по 4 нуклеотида) заняла всего 4 часа. Исследователи прочитали 96,5% генома микоплазмы с сорокакратным перекрытием. Точность прочтения составила 99,96% (для апробации метода, естественно, выбрали уже известный геном, чтобы было с чем сравнивать). Удовлетворительные результаты были получены и с более крупным геномом *Streptococcus pneumoniae* (2,1 млн. н. п.).

Ложка дегтя

Во-первых, деньги. Прибор для секвенирования по Ротбергу стоит 500 000 долларов — не знаем, как для зарубежных лабораторий, а для россиян это

сумма солидная. Да и реактивы требуются недешевые, и методика не самая простая. Хотя, конечно, с затратами на «Геном человека» не сравнить.

Во-вторых, секвенирование по Ротбергу позволяет читать только очень короткие фрагменты, максимум 120 нуклеотидов. При чтении более длинных кусков точность стремительно падает. А составлять из мелких кусочков огромный текст, например последовательность хромосомы млекопитающего, — удовольствие ниже среднего, особенно если учесть, что для вышедших организмов характерно обилие повторов. Вдобавок для пиросеквенирования нужны одностранные кусочки ДНК, а не двустранные, как при секвенировании по Сэнгеру, и, значит, можно забыть о комплементарных «липких концах», которые помогают стыковать фрагменты. Придется повторять чтение по нескольку раз, с различными наборами перекрывающихся небольших кусочков, и потом собирать этот пазл с помощью хитроумных компьютерных программ.

В-третьих, у пиросеквенирования есть трудноустраняемый дефект, причина которого лежит в самом принципе метода: когда в последовательности несколько раз повторяется одна и та же буква, не всегда получается определить, сколько же там Т подряд: семь или восемь. Об этом приходится судить по интенсивности вспышки, но здесь легко ошибиться. При секвенировании по Сэнгеру все гораздо понятнее: семь тиминов подряд — семь полосочек на соответствующей дорожке.

Однако все это, конечно, не отменяет несомненных достоинств метода (взгляните еще раз на таблицу, где он сравнивается с секвенированием по Сэнгеру). Скорее всего, оптимисты правы, и в самом деле уже настала эпоха быстрого чтения ДНК. Будущее покажет, победит ли этот метод или другой.

И немного о конкурентах

Не будем забывать, что у команды из Коннектикута есть серьезные соперники. Рядом с секвенированием по Ротбергу как бумажные, так и электронные издания регулярно упоминают полонизирование (polony sequencing), которое придумала группа исследователей Гарвардской медицинской школы во главе с Джорджем Черчем (George Church). Исследователи обещают снизить стоимость чтения генома человека до 2,2 миллионов долларов, а в перспективе — даже до 1000 долларов.

Метод использует очень маленькие фрагменты ДНК, следовательно, лучше подходит для повторного чтения. Ничего обидного здесь нет: это озна-

чает, что метод Черча может быть применен и при секвенировании ДНК пациентов для медицинских целей (ведь геном человека уже прочитан), и, например, при изучении новых штаммов микробов. Золотое дно! Кстати, в Гарварде как раз и отсекулировали геном новой линии кишечной палочки. Из оборудования потребовался обычный микроскоп с цифровой камерой.

Название метода не связано ни с Польшей, ни с элементом полонием, а происходит от слов «polymerase colony» — «полимеразная колония». Десятки миллионов индивидуальных ДНК-фрагментов амплифицируются в тонком слое полиакриламидного геля. Поскольку гель ограничивает диффузию, образуются сферические колонии ДНК — полонии, говоря языком разработчиков. Они действительно напоминают бактериальные колонии в чашке Петри. (Опять ассоциации с искусственно созданной жизнью! Может, и вправду приближается время «полуживых механизмов»?) Затем двунитевую ДНК денатурируют, а на оставшихся одонитевых матрицах начинают сиквенс в реальном времени. Но по-дру-

гому, чем у Ротберга: к растущей цепи присоединяются флуоресцирующие аналоги нуклеотидов. Колония, присоединившая очередной нуклеотид, начинает светиться. Затем свечение нового нуклеотида гасят, отрывая и отмывая флуоресцентную группу. Повторяя циклы, фиксируя картинку камерой и передавая на компьютер, можно считать последовательность сразу во всех этих миллионах точек. Правда, в каждой точке безошибочно прочитывается лишь очень короткий кусок, но точек-то миллионы! Так что поставленная задача — много, быстро, и дешево — выполняется неплохо.

Читая о ДНК в геле под микроскопом, светящихся метках и компьютерном анализе изображения, многие, наверное, вспомнили про аналогичные работы с ДНК-микрочипами академика А.Д.Мирзабекова и его коллег из Института молекулярной биологии в Москве. Спешу успокоить патриотов российской науки: разработчики полонисиквенса в своих статьях на эти работы ссылаются. Конечно, все равно обидно — опять американцы в первых строчках новостей, а наши в середине списка цитируемой литературы. Но хочется верить, что еще не все потеряно.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



LG Chem

is looking for Researchers to work in Korea

IF YOU ARE A SPECIALIST IN:

- | | | |
|-------------------------------|------------------------|---|
| - Organic Synthesis | - OLED | - Catalysis |
| - Inorganic Chemistry | - Physics/Photophysics | - Computer-Aid Engineering |
| - Physical Chemistry | - Optics | - Electrics & Electronics |
| - Analytical Chemistry | - Material Science | - Mechanical Engineering |
| - Electrochemistry | - Polymer Processing | - Environmental (Oxidation) |
| - Nano Composites & Materials | - Polymer Physics | - Biomaterials |
| - Display Device Materials | - Chemical Process | and other areas of Chemistry and Physics, |

PLEASE, SEND US YOUR DETAILED CV IN ENGLISH

Conditions: at least 1-year contract with LG Chem Research Park, competitive salary, accommodation, paid vacations, perfect working environment for foreigners, etc.



Contacts in Moscow: LG Chem Moscow Information and Technology Center (MITC)
 Maria Yelgaeva (yelgaeva@lgchem.com). Phone (095)258-23-35 ext 200, fax (095) 258-23-40

www.lgchem.com

Что может повлиять на соотношение полов



ГИПОТЕЗЫ

любой семье, имеющей троих мальчиков, p не будет отличаться от общего. Если же вероятность рождения мальчика в разных семьях разная, то среди семей с тремя мальчиками средняя среди них вероятность рождения мальчика будет выше p . Проверить наше предположение, по-видимому, можно, имея данные о распределении числа мальчиков и девочек в ситуациях, когда планирование семьи не ведется.

Не случайно в сообщениях о увеличении доли мальчиков конкретно называют Германию во время Первой и Великобританию и Францию во время Второй мировых войн — страны, где в то время планирование семьи было уже широко распространено. Причем ничего не говорится о Германии в годы Второй мировой войны, когда власти, мягко говоря, планирование семьи не поощряли. Если увеличение доли мальчиков в Германии во время Первой мировой войны было выше, чем во время Второй, то это могло бы свидетельствовать о связи этого явления с планированием семьи.

Наверное, интересно также проанализировать данные о семьях европейских монархов, для которых было исключительно важно иметь законного наследника. Есть основания считать, что после рождения сына многие монархи начинали больше внимания уделять фавориткам и меньше законным супругам. У таких монархов, если наше предположение верно, доля мальчиков среди законных детей должна быть ниже средней. Поскольку в исторической литературе имеются полные данные о семьях монархов за сотни лет, соответствующее статистическое исследование вполне реализуемо. И если данные о семьях монархов окажутся отличными от средних, то это могло бы стать косвенным подтверждением нашего предположения.

Но в любом случае, если наше предположение верно, супружеские пары, планирующие увеличивать семью до первого мальчика или до первой девочки, могут изменить соотношение полов.

И.И.Гольдфайн

Известно, что мальчиков среди новорожденных на доли процента больше, чем девочек. Чем это вызвано? Общепринятого объяснения пока не существует. Кроме того, во время войн доля рождающихся мальчиков еще увеличивается (см. «Химию и жизнь», 2004, № 11, с. 13). Отмечается даже, что этот феномен может проявляться за некоторое время до начала войны. Ниже мы попытаемся дать объяснение этому явлению.

Предположим, что вероятность рождения мальчика зависит от физиологических особенностей родителей и поэтому отличается в разных семьях. Предположим также, что в условиях регулируемой рождаемости вероятность появления нового ребенка в семье зависит от пола предыдущих детей. Рассмотрим предельно простой случай: семья увеличивается до появления первой девочки. Такое предположение выглядит правдоподобным: возможно, родители боятся остаться одинокими в старости, а военная и даже предвоенная обстановка напоминает, что мальчики могут погибнуть на войне.

В таком случае если в семье вероятность рождения мальчика p , то вероятность рождения n мальчиков рав-

на $p^n(1-p)$. Эта величина возрастает с ростом p . Поэтому при намерении родителей иметь девочку ожидаемое число детей в семье тем больше, чем больше вероятность рождения мальчика. В результате происходит смещение соотношения полов в сторону увеличения доли мальчиков. И это смещение всегда будет больше, чем заложено в физиологии. Конечно, мы рассмотрели гипотетический крайний случай. Но тем не менее мы убедились, что если вероятность появления ребенка в семье зависит от пола предыдущих детей, то это само по себе может повлиять на соотношение полов.

Для наших рассуждений предположение о наличии в каждой семье своей, отличной от средней, вероятности рождения мальчика (и девочки) является принципиальным. В противном случае независимо от пола предыдущих детей вероятность рождения мальчика в любой семье, планирующей ее увеличение, будет одинакова. В нашем случае (при увеличении семьи до рождения первой девочки) появление ребенка в семье, имеющей, например, троих детей, может произойти, только когда все трое мальчики. Если во всех семьях вероятность рождения мальчика p одинакова, то в

Фуллерен в фуллерене



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

В былые времена китайские и индийские резчики по слоновой кости демонстрировали фантастическое мастерство, создавая из одного куска кости ажурные, вложенные друг в друга шары. Нынешние умельцы вытачивают их на токарном станке, о чем можно прочесть в заметке «Додекаэдр в шаре» («Наука и жизнь» 1981, № 9) или в более современной заметке Ф.Маликова «Шар в шаре, кольцо в кольце», которую можно найти на сайте http://www.u16s.narod.ru/shar_shar.html. Вот как выглядит шар в шаре, изготовленный из слоновой кости неизвестным китайским мастером XIX века и выставленный в одном из музеев Якутии (журнал «Илин», 1997, № 1–2).



В наше время на смену слоновой кости пришел углерод в его фуллереновом проявлении. В журнале «В мире науки» № 12 за 1991 год была напечатана статья лауреатов Нобелевской премии Р.Ф.Керла и Р.Э.Смолли «Фуллерены», которая сопровождалась красочными изобра-

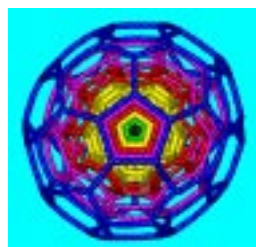
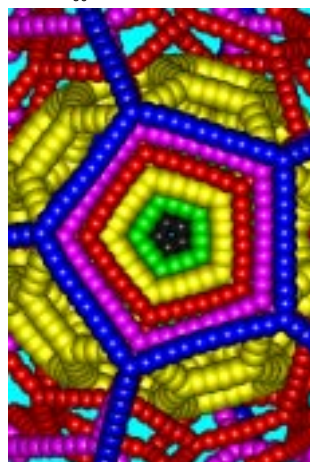


жаниями нескольких гигантских фуллеренов (то есть C_{180} , C_{240} , C_{320} и т.д.), вложенных наподобие матрешки друг в друга. Надо отметить, что гигантские фуллерены теряют сферическую структуру, все больше и больше приближаясь по очертаниям к угловатому двадцати-

граннику икосаэдру (см. заметку «Фуллерен — 2000» в журнале «Химия и жизнь», 2000, № 10). Но углерод неисчерпаем в своих проявлениях. Вообразим себе вместо наглухо закрытых граней классических фуллеренов ажурные структуры так

называемых карбофуллеренов, которые можно нарисовать или собрать с помощью химического конструктора, заменяя связи C–C и C=C в кекулевских структурах фуллерена C_{60} на ацетиленовые $(-C\equiv C-)_n$ и кумуленовые $(=C=C=)_n$ фрагменты. Структура карбофуллеренов любого размера приближается к сферической.

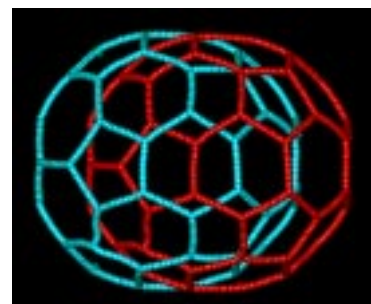
Вот что получится, если такие ажурные карбофуллерены $C_{60(1+3n)}$, $n = 1 - 5$, вложить друг в друга, да еще в центр поместить родоначальника — фуллерен C_{60} .



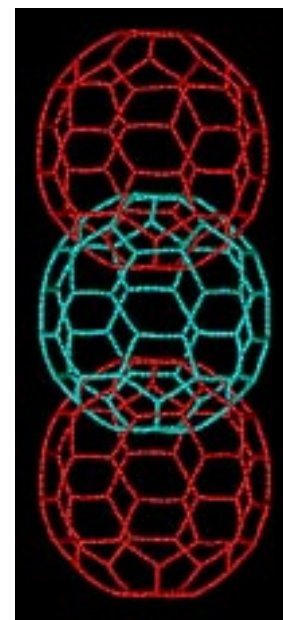
Чем не китайский шар в шаре? Только вот изготовить такую штуку не с помощью конструктора (хотя и это не так-то просто), а из реального

углерода, наверное, пока не возьмется никто. Предлагаем читателю полюбоваться этими картинками в надежде, что они натолкнут его на новые идеи.

Вот одна из них. У гигантских карбофуллеренов столь ажурные молекулы, что их можно не только вкладывать друг в друга, но и сцеплять, продевая один фуллерен через другой, например так:



и даже создавать цепочки вроде такой.



Доктор химических наук
М.Ю. Корнилов



Новая алхимия

Филип Болл

Когда металлы теряют металлические свойства? Филип Болл рассказывает о превращении металлов в неметаллы и о суператомах. Эта статья была опубликована в «New Scientist», 16 апреля, 2005.

Основную идею этой статьи высказал в свое время Дмитрий Иванович Менделеев. Его Периодическая таблица придала смысл понятию «химический элемент» и более ста лет остается путеводной звездой химиков. Однако построение своей знаменитой схемы Менделеев начинает с жесткого утверждения: при уменьшении размеров исследуемых образцов невозможно адекватно описать их свойства, поскольку поведение частиц становится неоднозначным. Похоже, что сейчас пришло время создавать новую, более полную таблицу элементов, включающую более сложные и странные объекты, которые можно назвать суператомами.

В соответствии с основной идеей Менделеева химические свойства

элементов определяются их положением в Периодической таблице. Скажем, в двух левых столбцах расположены атомы активных металлов (например, натрия и кальция), в последнем столбце справа — атомы инертных, или благородных, газов, а в промежуточных — атомы типичных неметаллов (хлор или сера).

Сегодня эта приятная своей ясностью картина грубо нарушена, поскольку исследователи обнаруживают все больше суператомов — кластеров, образованных атомами определенного элемента, свойства которых неожиданно оказываются похожими на свойства отдельных атомов совершенно других элементов. Более того, химическое поведение суператомов может неожиданно и весьма резко



Художник С. Дергачев



«суперэлементов». Разумеется, суператомы могут иметь очень интересные практические применения вследствие необычности их химических свойств, — возможно, на их основе удастся создать новые материалы, новые высокоэффективные типы горючего.

Согласно общепринятой структурной теории химические свойства атома определяются тем, как располагаются электроны на орбиталях вокруг ядра. Расположение, в свою очередь, зависит от числа электронов, полагающихся данному ядру, — от одного у легкого атома водорода до 92 у тяжелого атома урана. Соответственно структура Периодической таблицы элементов и их химическая активность определяется порядком и степенью заполнения электронных оболочек. Атомы, все оболочки которых заполнены (благородные газы гелий, аргон и ксенон), отличаются поразительной химической инертностью, в то время как наиболее химически активные элементы почти всегда имеют оболочки с одной незаполненной электронной орбиталью или, наоборот, с одним лишним электроном.

Это простое устройство химического мира начало давать сбои еще в начале 80-х годов, когда стали появляться свидетельства того, что кластеры атомов некоторых элементов ведут себя подобно атомам других элементов. Например, Томас Аптон (Калифорнийский технологический институт) обнаружил, что кластеры из шести атомов алюминия катализируют расщепление молекулярного водорода почти так же, как и атомы рутения, стандартного катализатора многих химико-технологических процессов. Это сразу навело многих исследователей на мысли о Периодической таблице. Как вспоминал позднее специалист по химии кластеров Роберт Веттен (Технологический институт штата Джорджия): «Многие из нас вдруг стали размышлять и беседовать о Менделееве».

Внимание к шестиатомным кластерам подогривало и то обстоятельство, что примерно в то же время команда исследователей Калифорнийского

университета под руководством Уолтера Найта, исследуя совершенно иные типы кластеров, наткнулась на очень интересную закономерность. Изучая поведение охлажденных паров атомарного натрия, группа Найта обнаружила, что они объединяются подобно каплям водяного конденсата, причем число атомов, образующих кластер, вовсе не случайно. Почти всегда кластеры состояли из 8, 20, 40, 58 или 92 атомов, и это, естественно, заставило задуматься о физическом смысле указанных чисел.

Alter ego атома

Исследователи из группы Найта связали эти факты с распределением электронов в изучаемых кластерах. Хорошо известно, что в сколь-нибудь больших объемах любых металлов (включая и натрий) значительная часть электронов свободно перемещается в объеме кристаллической решетки образца, образуя так называемый электронный газ, — этим и объясняется высокая электропроводность металлов. Найт заподозрил, что в очень маленьких объемах металлов, содержащих ограниченное число атомов, все выглядит совершенно иначе. Он предложил использовать для описания кластеров так называемую «желеобразную» модель вещества (ранее успешно применявшуюся в ядерной физике). Эта модель представляет каждый кластер в виде капельки вязкого желе, внутри которой может свободно перемещаться только один электрон от каждого атома натрия.

По идее Найта, такие малочисленные свободные электроны могут формировать электронные оболочки, подобные оболочкам отдельных атомов. В результате весь кластер начинает походить на огромный атом. Расчеты показывают, что в каждой капле такого «атомарного желе» число электронов, способных образовывать замкнутые электронные оболочки, действительно равно упомянутым выше числам 8, 20, 40... Это подтверждает гипотезу о том, что каждый атом на-

меняться даже при незначительных изменениях размера (например, при добавлении одного-единственного атома того же элемента). Специалист по суператомам алюминия Уэлфорд Кастельман (Пенсильванский университет) формулирует проблему следующим образом: «Мы можем воспользоваться атомами одного элемента для того, чтобы имитировать поведение нескольких других элементов Периодической таблицы».

Естественно, такие новости могут в корне изменить наши представления о химической активности вообще. Суператомы, введенные в Периодическую таблицу, превращают ее из двумерной картинки в трехмерный пейзаж, в котором каждый химический элемент образует ряд собственных

трия отдает капле желе лишь один электрон, и объясняет, почему стабильные кластеры должны содержать определенное число атомов. Кластеры (они же капельки желе, или суператомы) с заполненными электронными оболочками — аналоги атомов благородных газов с такими же замкнутыми оболочками.

Модель объясняла, как формируются стабильные кластеры, однако гораздо более интересно и важно, почему кластеры одних элементов похожи на отдельные атомы других. В середине 90-х годов Кастельман изучал взаимодействие кислорода с ионными кластерами алюминия и обнаружил, что кислород способен выдирать из них поштучно атомы, вплоть до полного разрушения кластера. Затем он решил посмотреть, что будет происходить в этой же реакции с кластерами различных размеров, и выяснил, что она неожиданно останавливается, когда «истощаются» электроны. После этого кластеры становятся химически инертными и перестают реагировать с кислородом. Причем нейтральные кластеры всегда содержат определенные количества атомов алюминия: 13, 23 и 37.

Кастельман и его коллеги попытались рассчитать вид электронных оболочек этих капелек-кластеров Al_{13} , Al_{23} и Al_{37} (которые весьма похожи на желеобразные модели суператомов) — и получили крайне интересные результаты. Оказалось, что их электронные оболочки при добавлении одного лишнего электрона также превращаются в совершенно замкнутые и становятся похожими вовсе не на образующие их атомы Al, а на атомы благородных газов (по крайней мере,

в описанной реакции окисления). Разницу между «магическими» числами атомов, образующих кластер, и числами, полученными Найтом для натрия, легко объяснить тем, что атомы алюминия отдают в желе больше электронов, чем атомы натрия.

Затем Кастельман стал смотреть, что происходит в кластерах при удалении из них того самого, единственного «избыточного» электрона. Любому химику известно, что элементы с одной электронной вакансией на замкнутой оболочке — весьма активная группа Периодической таблицы, а именно галогены. Действительно, химические свойства нейтральных кластеров Al_{13} оказались очень похожими на свойства галогенов. Более того, удалось даже доказать, что и сами кластер-ионы Al_{13}^- (с одним избыточным электроном) во многом похожи на ион брома Br^- . Таким образом, из типичного металла алюминия исследователям фактически удалось сделать суператом, с некоторыми свойствами классического неметалла брома.

Чтобы выяснить, есть ли предел этим аналогиям, Кастельман и его коллеги провели химические реакции суператома алюминия с иодом. Известно, что молекула иода может соединяться с ионом брома, образуя молекулу-ион BrI_2^- , а также последовательно захватывать ионы атомарного иода, формируя ионы I_3^- , затем I_5^- и I_7^- . Кастельман выдвинул гипотезу, что кластер-ион Al_{13} похож на ионы галогенов и может вести себя сходным образом и в этой химической реакции. Его сотрудником удалось вскоре получить соединения $Al_{13}I_2^-$ и $Al_{13}I_4^-$.

Результаты были настолько интересными и многообещающими, что

группа Кастельмана начала исследование других кластеров алюминия и вскоре обнаружила, что их тоже можно заставить подражать другим химическим элементам. В частности, оказалось, что в реакциях с газообразным иодом кластеры из 14 атомов алюминия химически похожи на атомы магния и кальция из второго столбца Периодической таблицы.

Поиски суператомов

Найденные закономерности вдохновили группу Кастельмана на тщательное «прочесывание» Периодической таблицы. В результате обнаружилось, что странные и даже драматические изменения химических свойств характерны также для кластеров из атомов кислорода и ванадия.

Разумеется, читатель уже вправе спросить, в чем помимо чисто научного интереса важность полученных результатов и зачем, собственно, надо имитировать кластерами химические свойства тех же атомов брома, если в природе они уже существуют? Вот лишь одна причина: из суператомов можно будет делать материалы принципиально новых типов, включая и так называемые набухшие кристаллы (expanded crystals). Напомню, что в обычных кристаллических решетках (например, в кристаллах поваренной соли) атомы располагаются подобно апельсинам в ячейках стандартного лотка на прилавке с фруктами. В набухших кристаллах ячейки могут быть заняты сверхатомами, что, возможно, позволит придать материалам совершенно новые свойства.

Кстати, еще в начале 1990-х годов выяснилось, что кристаллы из фуллеренов C_{60} , допированные ионами металлов, ведут себя весьма необычно. В частности, температуру их перехода в сверхпроводящее состояние можно увеличить просто за счет добавления в решетку большего числа ионов. Температура перехода при этом все же остается очень низкой, но интересна принципиальная возможность.

Сверхатомы могут стать перспективным направлением исследований. Физик Шив Ханна (из Университета Содружества в штате Вирджиния), сотрудничающий с группой Кастельмана, считает, например, что замена атомов иода в токопроводящих полимерах на суператомы алюминия может значительно повысить электропроводность таких материалов. Впрочем, далеко не все исследователи разделяют его оптимизм. Как отмечает Вет-

Размер имеет значение

Примерно двести лет назад ученые поняли, что очень маленькие частицы веществ при их дальнейшем уменьшении могут проявлять совершенно неожиданные свойства. Последние данные такого рода связаны с резкими изменениями в окраске некоторых флуоресцентных материалов при переходе к нанометровым масштабам. Например, широко используемый полупроводник селенид кадмия при белом свете обычно излучает в инфракрасной области спектра. И вдруг выяснилось, что его частицы размером в несколько десятков нанометров излучают более короткие импульсы, частота которых смещена в желтую и красную области видимого спектра.

Излучение света обусловлено квантовыми переходами электронов между квантованными уровнями энергии в полупроводнике. Необычное явление объясняют тем, что в наноразмерных образцах меняется структура квантовых уровней кристалла и увеличивается расстояние между уровнями. В результате соответствующие переходам фотоны становятся более высокоэнергетическими, что и уменьшает длину волны флуоресцентного излучения. Обнаруженный эффект позволяет настраивать частоту излучения наночастиц простым изменением их размеров. Такие частицы уже начали применять при создании флуоресцентных маркеров для исследования живых клеток, а также при конструировании сверхминиатюрных регулируемых источников света в устройствах оптической коммуникации.

тен, «многие физики, особенно теоретики, весьма скептически относятся к возможностям создания кристаллических материалов с суператомами алюминия в узлах решетки». Однако он же добавляет, что «какие-то из проектов могут оказаться успешными». Сам Кастельман уверен, что «технические сложности обусловлены тем, что у физиков просто нет достаточных навыков для синтеза новых материалов», а химики-профессионалы сумеют преодолеть все проблемы и создать из кластеров материалы с заданными характеристиками.

Еще одна группа практических разработок по суператомам направлена на то, чтобы найти способ временной маскировки их необычных свойств. Например, алюминий считается перспективной добавкой к твердым ракетным топливам, так как при его сгорании выделяется большое количество тепла. Однако на практике его почти не используют, поскольку алюминиевая пудра химически очень активна и часто окисляется еще до того, как топливо поступает в камеру сгорания. Кастельман предлагает использовать не алюминий, а кластеры ионов Al_{13} , которые, подобно атомам благородных газов, не реагируют с кислородом. Идея заключается в том, чтобы соединить кластеры с какими-либо горючими органическими соединениями, которые можно примешивать к топливу. По мнению Кастельмана, такое соединение будет устойчивым, пока горение не оторвет от него лишней электрон, — только тогда кластер потеряет маскировку и превратится в исходную, активную форму. До практического применения идеи пока далеко, но она уже настолько заинтересовала ВВС США, что они согласились финансировать дальнейшие разработки в этом направлении.

Для химиков практические применения, описанные выше, не столь важны. Ценность суператомов для них — прежде всего в самой возможности влиять на свойства химических элементов, которые всегда считались чем-то абсолютно неизменным. Химики вдруг осознали, что существует подход, позволяющий управлять реакционной способностью элементов или даже изменять ее. Это похоже на алхимию, но связано не с магией, а лишь с умением отсчитывать атомы поштучно и манипулировать ими.

Перевод с английского кандидата физико-математических наук

А.В. Хачоян



Что общего между суператомом и уткой по-пекински?

Комментарий переводчика

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



За последние десятилетия многие физикохимики сталкивались с проблемами разнообразных аномалий, проявляющихся при изучении сверхмалых частиц. Практически всегда дело сводилось к поискам каких-то посторонних причин этих аномалий. Причины, естественно, всегда находились: неувязки списывали на влияние окружения, недостаточную чистоту образцов или неправильную трактовку результатов измерений. На самом деле собака была зарыта чуть глубже, а именно в изменениях свойств самого вещества при очень малых объемах образцов.

Открытие новых закономерностей всегда открывает и новые возможности. Легко представить себе кучу технических применений описываемых эффектов, начиная с кристаллической решетки, сформированной из фуллеренов и кластеров урана-235 (точнее, фуллеренов с заключенными внутри кластерами урана) до сверхспецифических катализаторов со специально сконструированными электронными оболочками.

Кстати, интересно отметить неожиданную связь описываемых эффектов с теорией, за которую в этом году была присуждена половина Нобелевской премии по физике. Ее получил американец Рой Глаубер, который еще в 1963 году разработал «квантовую теорию оптической когерентности». В соответствии с этой теорией сверхмалые количества частиц света (буквально несколько фотонов) ведут себя подобно целостному объекту. Взаимодействие такой группы фотонов с веществом закономерно отличается от того, что следует ожидать по классической квантовой механике. Глауберу удалось получить статистическое распределение таких отклонений и построить теорию взаимодействия с веществом очень малых импульсов лазерного излучения. Вторую половину премии разделили между собой Джон Холл и Теодор Хенш за ценные практические применения этой теории.

С точки зрения физики наиболее важными представляются следующие два обстоятельства. Во-первых, суператомы каким-то чудесным, поистине алхимическим способом переносят в микроскопический мир некие непонятные пока правила и/или возможности стабилизации квантовых объектов. Дело в том, что основным препятствием для развития новейших, так называемых нанотехнологических производственных процессов выступает «великий и ужасный» квантовый принцип неопределенности, из-за которого наноструктуры всегда остаются хрупкими и недостаточно стабильными. Сам факт существования в микромире новых, пока неизвестных закономерностей «армирования» атомных структур представляется исключительно интересным и может сыграть важнейшую роль в развитии нанотехники и нанонауки вообще.

Второе обстоятельство связано с тем, что описываемые Боллом эффекты, возможно, позволят перейти к более строгому формальному описанию химических процессов и объектов. Кстати, несколько лет назад издательство «Мир» в серии «Теоретические основы химии» выпустило книгу известного западного специалиста по квантовой химии профессора Ричарда Бейдера «Атомы в молекулах», главная идея которой — трансферабельность (переносимость) свойств атомов при переходе от одного типа молекул к другому. Подход Бейдера высоко формализован, для описания атомов и химических связей он использует топологический анализ распределений электронной плотности, исследование бифуркаций при изменениях этих распределений и другие чисто математические методы. При таком подходе центральное значение приобретает именно электронная оболочка изучаемой структуры, безотносительно к тому, какие конкретные элементы (атомы, молекулы, их группы или фрагменты) создают эту оболочку, то есть лежат в «фундаменте» объекта. Понятно, что это позволяет автору обойтись вообще без представлений о конкретных химических элементах. Бейдер в своей книге задает читателю провокационные вопросы вроде: «А существуют ли в молекулах атомы?»

Если же применить менее формализованный подход, объекты, описываемые Боллом и Бейдером, можно назвать квантово-механической «уткой по-пекински». Это знаменитое китайское блюдо — фактически тщательно обжаренная кожица с тонким прилегающим слоем мяса (так сказать, «оболочка» утки), причем оболочка разрезается на точно заданное количество кусочков (явное квантование!). Оставшаяся тушка не относится к утке по-пекински и используется для приготовления других блюд. Точно так же ученые могут вдруг обнаружить, что физические и химические свойства нанометровых объектов определяются только их специфическими электронными оболочками, а вещество под «шкуркой» (конкретный тип атомов, молекул или кластеров) играет лишь роль наполнителя.

Кристаллизация оксалата кальция

Доктор
технических наук
Л.Н.Рашкович,
кандидат
физико-математических наук
Е.В.Петрова

Множество людей страдает от мочекаменной болезни, однако ее причины до сих пор не вполне понятны. Обычно пишут, что образование камней связано с нарушением обмена веществ, но это слишком неопределенно. Известно, что почечные камни состоят в основном из моногидрата оксалата кальция $\text{CaC}_2\text{O}_4 \times \text{H}_2\text{O}$. Если бы удалось понять, почему у одних людей он образует камни, а у других нет, возможно, болезнь удалось бы предотвратить, или, если камни уже появились, остановить их рост, а еще лучше — растворить. Тогда больные избавятся от мучительных почечных колик и операций.

Кристаллизация солей в живом организме происходит очень сложно, однако некоторые особенности этого процесса можно изучить и в лабораторных опытах, «в пробирке».

Моча — это водный раствор более 50 различных веществ, как правило, пересыщенный малорастворимыми неорганическими соединениями: фосфатами, оксалатами, уратами. (Пересыщение — это величина $\text{C}/\text{C}_{\text{нас}}$ — 1. Если она больше нуля, то есть концентрация больше растворимости, кристаллы образуются и растут, если меньше, кристаллы растворяются.) У некоторых людей эти вещества начинают кристаллизоваться и выпадать в осадок прямо в почке. Когда мелкие кристаллы прилипают к поверхности и не выходят с мочой, их агрегаты могут разрастаться до нескольких сантиметров, и такие камни приходится дробить ультразвуком (эта манипуляция называется литотрипсией) или удалять хирургически.

В том, что свежая моча — пересыщенный раствор, легко убедиться. Если ее каплю рассмотреть под микроскопом, в ней можно увидеть много мелких (до 10 мкм и более) кристаллов разнообразной формы с хорошо выраженными гранями. Подержав сосуд с мочой еще несколько дней, легко убедиться, что размер кристаллов оксалата кальция увеличивается до 30–50 мкм, а иногда и до сотен микрон.

Исследованию образования кристаллов оксалата кальция только в физических и химических журналах посвящено более 300 публикаций. В типичных опытах смешивали два раствора: хлористого кальция и какой-либо хорошо растворимой соли щавелевой кислоты, например $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$. В результате образуются и выпадают в осадок малорастворимые кристаллы оксалата кальция нанометровых размеров. Отмечая на графике, как со временем падает концентрация кальция в растворе, можно определить скорость роста кристаллов. Оказывается, многие вещества (в литературе их описано более ста) при добавлении в раствор изменяют эту величину. Наиболее эффективными оказались щелочные соли фитиновой кислоты (она содержится, например, в зернах злаков) и этидроновой кислоты. Эти соединения известны как сильные комплексообразователи, связывающие кальций в слабо диссоциирующие комплексы. В их присутствии кристаллы оксалата кальция не возникали.

К сожалению, такие опыты не дают информации о механизме роста кристаллов и влиянии примесей на этот процесс. Электронно-микроскопические исследования позволили обнаружить изменения лишь в размерах и внешнем виде агрегатов оксалата кальция. Узнать, как и с какой скоростью растет или растворяется кристалл, что происходит на его поверхности в различных условиях, можно только с помощью атомно-силовой микроскопии. Этот метод позволяет рассмотреть рельеф поверхности с разрешением, близким к размеру молекул.

Как получить кристаллы оксалата кальция

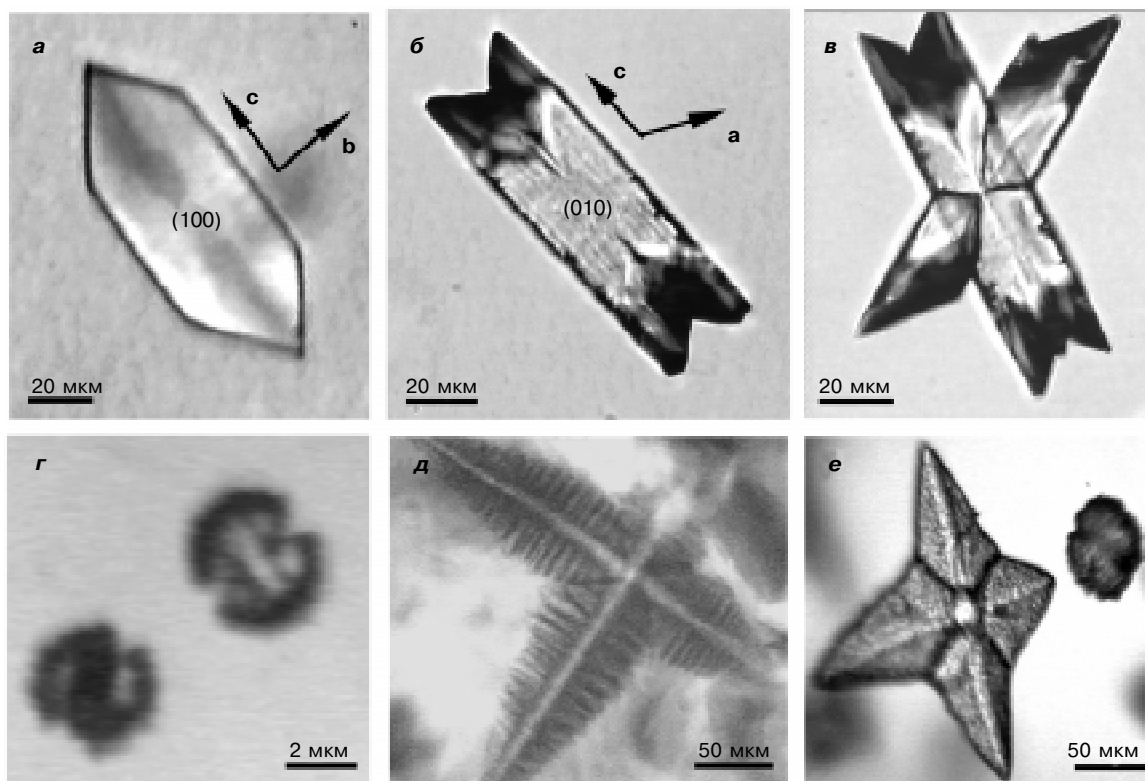
Растворимость оксалата кальция очень мала — 0,7 мг на 100 г воды при 37°C. Это затрудняет получение кристаллов размером более 10 мкм, пригодных для исследований. Вырастить кристаллы в моче несложно, однако в этом случае они содержат

много разнообразных дефектов и посторонних включений. Легко получить оксалат кальция в реакции растворимых CaCl_2 и $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, однако в этом процессе трудно поддерживать пересыщение не слишком высоким, а если превысить зону оптимума, то сразу образуется много мелких кристаллов. Мы прибегли к методу встречной диффузии реагирующих компонентов в гелях — он позволяет уменьшить пересыщение. Таким способом в силикатном геле (обычном канцелярском клею, который называют еще растворимым стеклом) получают кристаллы оксалата кальция размером до 0,5 мм. Процесс проводят так: нижнюю часть стеклянной трубки заполняют гелем и опускают в сосуд с одним из компонентов, в пустую (верхнюю) часть трубки заливают раствор второго компонента, и оба вещества медленно диффундируют навстречу друг другу.

На фотографии 1 видно, что полученные таким образом кристаллы склонны к образованию двойников и сростков, и это свидетельствует о легкости образования дефектов их кристаллической структуры. Однако их трудно извлечь из геля без повреждений, поэтому нам снова пришлось искать другой путь.

Для исследования в атомно-силовом микроскопе желательно, чтобы маленький кристалл вырос прямо на подложке, которую можно установить в измерительную ячейку микроскопа. В качестве подложек обычно используют пластинки слюды или стекла. Кристаллизацию мы вели из сильно разбавленных растворов. На дно сосуда, содержащего раствор CaCl_2 с концентрацией 0,004 мол/л (0,4 г/л) и 0,1 мол/л KCl при $\text{pH} = 5,6$, помещали подложку и по каплям вливали раствор $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ с концентрацией 0,0002 мол/л (0,025 г/л). Такой раствор близок к составу мочи.

За несколько дней на подложке возникали кристаллы оксалата кальция размером 30–50 мкм с формой, показанной на фото 1 а, б. Интересно отметить, что на свежесколотой поверхности слюды или стекла кристал-



1
 Фотографии кристаллов моногидрата оксалата кальция, полученных в гелях желатина, агар-агара, агарозы и кремнезема. **а** – хорошо ограниченный кристалл. Стрелками показано направление кристаллографических осей, в круглых скобках индексы наиболее развитой грани; **б, в** – типичные двойники и сростки кристаллов; **г** – сферолиты, возникающие из-за расщепления граней; **д, е** – две стадии образования дендритов. Все эти формы кристаллов возникают как в почках, так и при любом методе искусственного выращивания



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

лы не образовывались (фото 2). Дело, скорее всего, не в том, что свежая поверхность слюды некоторое время отрицательно заряжена и на ней облегчено зарождение кристаллов, а в адсорбции на старой поверхности летучих веществ из воздуха, которые способствуют образованию центров кристаллизации.

Как растут кристаллы оксалата кальция

Знать механизм роста кристаллов оксалата кальция полезно, потому что это поможет точнее подбирать средства, пригодные для воздействия на этот процесс, то есть лекарства против мочекаменной болезни.

Известно три механизма роста кристаллов: нормальный, слоистый и слоисто-спиральный. В первом случае строительные единицы присоединяются к поверхности растущего кристалла в любом месте. Это происходит при высокой температуре, а в растворе кристаллы так не растут.

В остальных случаях строительные единицы могут присоединяться только к торцам ростовых слоев элементарной высоты, распространяющихся по гладкой, уже сформированной поверхности. При слоистом росте слои начинают расти от островков — двумерных зародышей, возникающих при случайном столкновении строительных единиц, адсорбированных на грани. Такое происходит лишь при очень

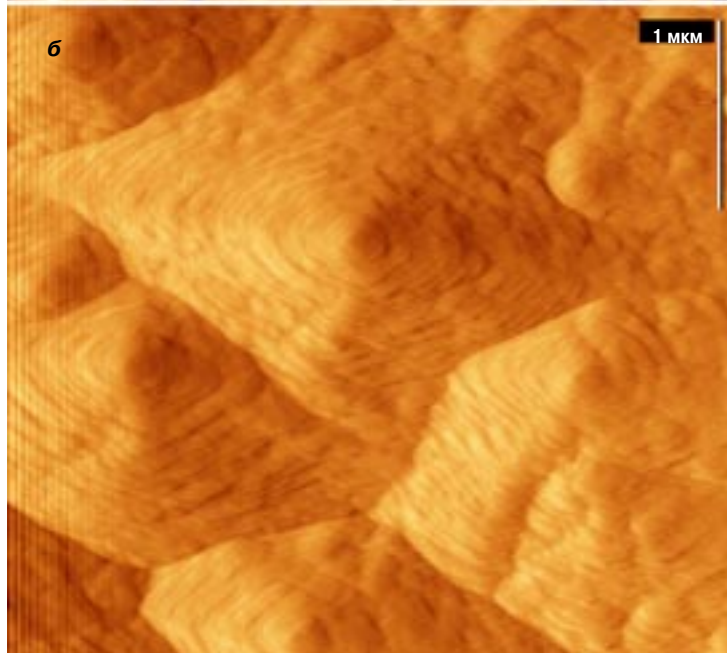
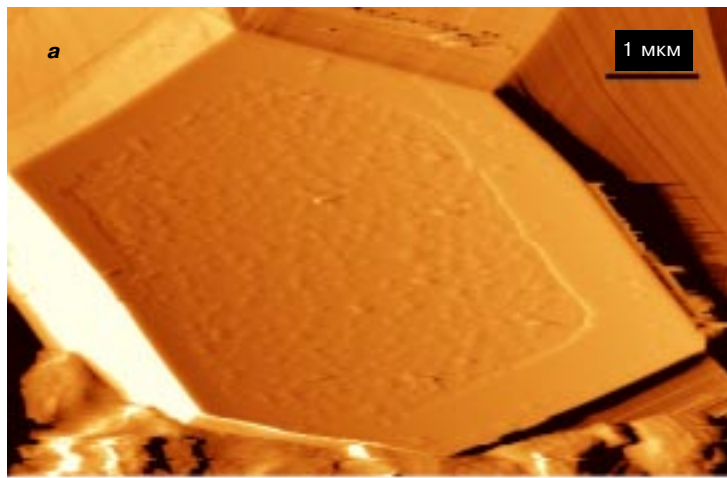
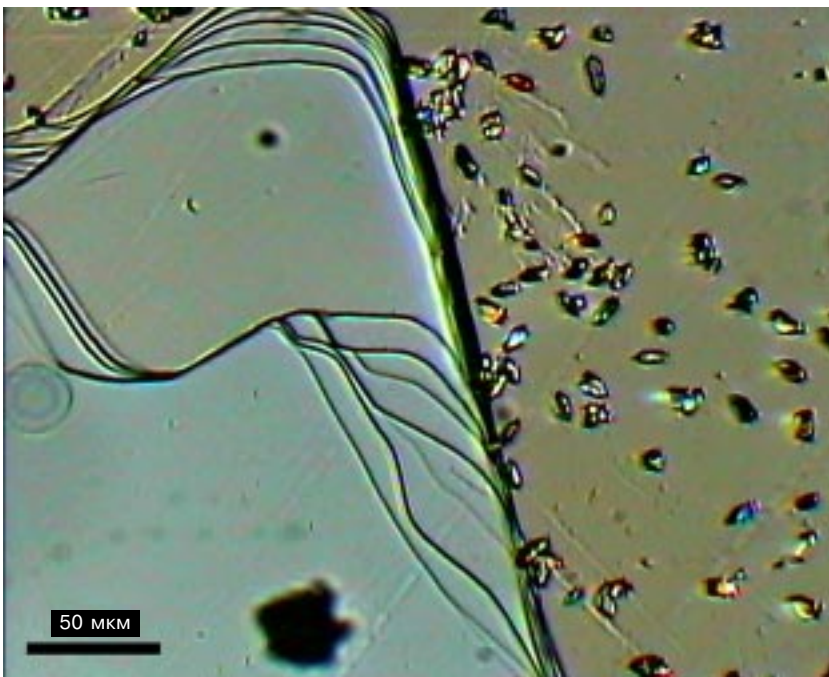
большом пересыщении, а в нашем случае не наблюдалось. В третьем случае источником нового слоя становится никогда не зарастающая ступенька, образуемая выходом на грань винтовой дислокации. Это характерный для многих кристаллов дефект структуры. Винтовые дислокации возникают, когда внутренние напряжения различного происхождения сдвигают часть кристалла в направлении, перпендикулярном грани, на величину, сравнимую с размером строительной единицы кристалла. В этом случае структура кристалла представляет собой единую плоскость, закрученную в спираль вокруг оси дислокации. Это слоисто-спиральный, или дислокационный, механизм роста. Такие дислокационные источники роста образуют на поверхности холмики — центры роста.

Мы наблюдали за ростом граней оксалата кальция, пропуская через измерительную ячейку микроскопа поток раствора, в котором выращивались кристаллы, только несколько разбавленного — до пересыщения порядка 6. При этом концентрация была в семь раз больше растворимости. Такое возможно лишь потому, что растворимость весьма мала — 0,0006 вес%! Изображения двух наиболее развитых граней кристалла (100) и (010) показаны на фотографии 3.

Оказалось, что у оксалата кальция быстро растущая грань (010) растет по дислокационному механизму. Как

видно из рисунке 3В, плотность выходящих на грань винтовых дислокаций, формирующих дислокационные холмики роста, очень высока, порядка 10^6 см^{-2} — на несколько порядков больше, чем у хорошо растворимых в воде кристаллов. Это происходит из-за того, что строительные единицы, то есть ионы кальция и оксалата, входят в кристалл недостаточно упорядоченно, и в результате получается много дефектов структуры. Высота спиральных ростовых слоев, образующих холмики, составляет 1,45 нм. Она равна размеру элементарной ячейки кристалла, состоящей из восьми молекул оксалата, по оси *b*, перпендикулярной грани (010). (См. обозначения граней на фото 1).

Наиболее развитая по сравнению с другими грань (фото. 3а) растет иначе и значительно медленнее. На эту грань дислокации выходят очень редко, и обычно на ней нет источников роста. Но иногда на стыке зон роста других граней, там, где пересекаются ребра рассматриваемой грани (верхний правый угол на рисунке), возникает дефект кристаллической структуры. В этом месте облегчено флуктуационное образование двумерного зародыша кристаллизации, от которого распространяется новый слой роста. Некоторое время на этом же месте возникают аналогичные центры кристаллизации. Движение ростовых слоев к центру грани тормозится адсорбированными



ми на поверхности заряженными комплексами находящимися в растворе веществ. Эти частицы видны на изображении грани. Они непрочно связаны с поверхностью и перемещаются по ней. Их адсорбция обусловлена специфическим расположением атомов на грани (100): на ней чередуются положительно и отрицательно заряженные слои. В результате нижние ростовые слои тормозятся, а верхние их догоняют, поскольку они движутся по вновь образованной поверхности, где комплексы не успели адсорбироваться. Поэтому вдоль ребер грани возникают ободки, ограниченные высокими (до 30 нм) макроступенями, медленно продвигающимися к середине грани.

Можно ли с помощью примесей остановить рост?

Известно, что для многих кристаллов существует так называемая мертвая зона пересыщений, в которой роста не происходит. Все дело в примесях. Когда их достаточно много и они прочно адсорбированы, то образуют на поверхности нечто вроде частокла. Ростовый слой изгибается между этими частицами, и, если расстояние между ними меньше диаметра двумерного критического зародыша, рост останавливается. Наличие критического размера обусловлено эффектом Гиббса–Томсона: при заданном давлении пара (аналог пересыщения) рост маленьких капелек жидкости (до некоторого предельного размера) невозможен, а еще более мелкие капли испаряются. Критический

2
Зарождение кристаллов оксалата кальция на поверхности слюды. Слой слюды в левой части рисунка перед опытом был удален с помощью липкой ленты

3
Полученные в атомно-силовом микроскопе изображения медленно растущей грани (100) — (а) и участка быстро растущей грани (010) — (б) кристаллов оксалата кальция

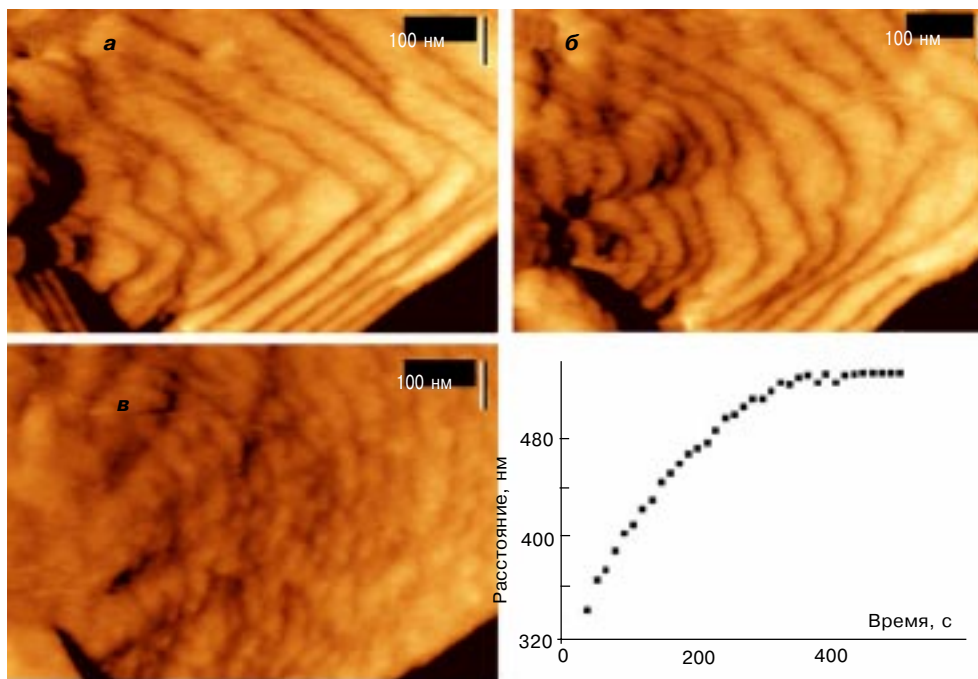
размер обратно пропорционален пересыщению. С ростом пересыщения он уменьшается, и при заданном расстоянии между адсорбированными примесными стопорами (определённым концентрацией примеси в растворе) движение ростовых слоев возобновляется. Таким образом, величина мертвой зоны зависит от концентрации примеси. Заметим, что даже при малой концентрации примеси в растворе ее концентрация на поверхности может быть очень большой благодаря адсорбции.

Мы начали с наблюдения за действием натриевой соли фитиновой кислоты. При концентрации 2×10^{-6} мол/л рост грани (010) останавливался быстрее, чем за минуту после добавления примеси, и рассмотреть, как это происходит, не удалось. При меньшей концентрации были видны детали процесса: торцы ростовых слоев становились сильно изрезанными, толщина их увеличивалась, и движение постепенно прекращалось. Существенно увеличить пересыщение

было невозможно, так как в растворе начиналась массовая кристаллизация мелких кристаллов оксалата кальция.

Чтобы убедиться в возможности преодоления мертвой зоны, был проведен следующий опыт. При пересыщении, равном 6, и концентрации примеси 2×10^{-6} мол/л кристаллы оксалата кальция не возникали, однако при увеличении пересыщения до 12 они образовывались. Заметим, что десорбция этой примеси происходит хотя и существенно медленнее адсорбции, но все же достаточно быстро: через 15–30 мин. в беспримесном растворе поверхность «отравленного» кристалла восстанавливается и его рост возобновляется с прежней скоростью.

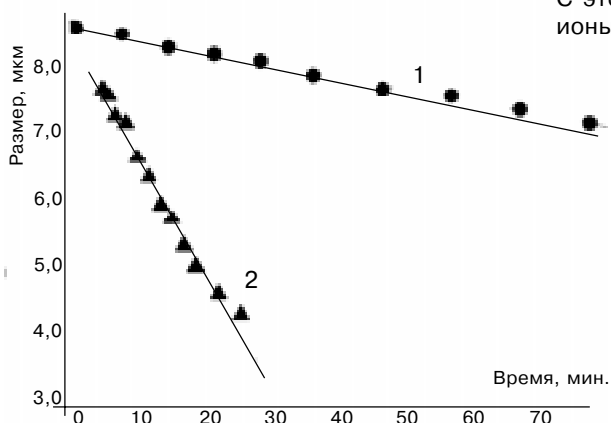
К сожалению, нельзя предсказать, какие примеси будут эффективно тормозить рост. Пришлось опробовать разные. Остановимся на действии фосфата магния — $MgHPO_4 \cdot x 3H_2O$, малорастворимого вещества, по-видимому не вредного для организма. На фотографии 4 (1–3) несколько пос-



4
Влияние примеси фосфата магния ($\sim 10^{-3}$ мол/л) на рост грани (010).
Изменение вида ростовых холмов после введения примеси в пересыщенный раствор:
а — сразу после введения примеси; б — через 3 минуты; в — через 9 минут.
На графике показана зависимость от времени расстояния, пройденного одним из элементарных ростовых слоев

ледовательно полученных изображений демонстрируют изменение вида поверхности после введения в раствор этой примеси с концентрацией несколько меньшей 10^{-3} мол/л. Постепенно изрезанность торцов ростовых слоев увеличивается, и первоначально четкая форма дислокационных холмов размывается. Кривая на рис. 4 показывает изменение со временем пути, пройденным ростовыми слоями. Видно, что кристаллы сравнительно быстро перестают расти.

5
Временная зависимость размера кристалла оксалата кальция при растворении в дистиллированной воде (1) и в воде, содержащей 10^{-3} мол/л $Al(NO_3)_3$ (2)



Можно ли вызвать или ускорить растворение кристаллов?

Действие комплексообразователя — натрий-калиевой соли этидроновой кислоты (коммерческое название — ксидифон) основано на том, что эта соль связывает ионы кальция в слабо диссоциирующие комплексы и тем уменьшает пересыщение раствора, а значит, и скорость роста кристаллов. Мы показали, что эта примесь вдобавок тормозит рост, подобно рассмотренным выше.

Ионов кальция в нашем растворе (как и в почках) слишком много, чтобы вызвать растворение кристаллов малой добавкой такого комплексообразователя. Значительно эффективнее было бы связать ионы оксалата. С этой целью мы вводили в раствор ионы алюминия или железа. Оксалаты

этих элементов более растворимы, чем кальция, но они на несколько порядков менее диссоциированы в водном растворе. При концентрации, несколько превышающей концентрацию ионов оксалата, хлористый или азотнокислый алюминий (или железо) способен полностью связать оксалатные ионы в растворенные слабо диссоциированные молекулы оксалата алюми-

ния. Было удивительно наблюдать, что добавление небольшого количества $AlCl_3$ к сильно пересыщенному раствору, в котором шел процесс кристаллизации, приводило к полному растворению всех расположенных на подложке кристаллов. В воде, содержащей 10^{-3} мол/л $Al(NO_3)_3$, скорость растворения кристалла в десять раз превышает скорость его растворения в чистой воде (рис. 5). Конечно, из этого не следует, что то же самое будет происходить в организме.

Заключение

Влияние примесей (лекарств, пищевых добавок) на рост и растворение кристаллов моногидрата оксалата кальция можно изучать методом атомно-силовой микроскопии. Естественно, в живом организме все происходит не совсем так, как в наших опытах. Заранее не известно, какие примеси могут оказаться вредными, доставит ли их кровь к почке и попадут ли они в нее. Окажется ли полезным для лечения мочекаменной болезни обнаруженное в этой работе замедляющее рост оксалата кальция действие фосфата магния и ускоренное растворение кристаллов в присутствии ионов алюминия — тоже пока неизвестно. Надеемся, что тесное сотрудничество с медиками поможет ответить на эти вопросы.

Что еще можно прочитать об образовании кристаллов:

1. Современная кристаллография. М.: Наука, 1980. Т. 3. С. 5–232.
2. Соросовский образовательный журнал. 1996, № 3, с. 96; 2001, №10, с.102.
3. «Химия и жизнь». 1995, № 5, с. 8; 1997, №6, с. 12



Конспект по основам какологии





Ноосфера

Прежде чем говорить о предмете какологии — какосфере, нужно вспомнить, что такое ноосфера. Вопреки распространенному мнению, этот термин придумал вовсе не русский геолог и философ В.И.Вернадский, а французский философ и математик Эдуард Леруа. И сделал он это в 1927 году для обозначения современной стадии, переживаемой биосферой. Но толчком к появлению термина «ноосфера» и в самом деле послужили лекции, которые Вернадский читал в Сорбонне в 1921–1922 годах. Последующие десятилетия были заполнены множеством событий, которые, несомненно, способствовали прояснению идеи, и вот как академик Вернадский формулировал мысль о ноосфере во время Великой Отечественной войны: «В XX веке, впервые в истории Земли, человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земля и расселился по всей ее поверхности. Человечество своей жизнью стало единым целым. Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребывание в 1937–1938 гг. на плавучих льдах Северного полюса это ярко доказало. Благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению, человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сот километров в час, и на этом они еще не остановились... Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс — всех и каждого — и свободной мысли личности определяют жизнь человечества, являются мерлом его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние

биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера».

Теперь, когда минуло еще две четверти века (два поколения людей появились на свет!), настало время посмотреть, как распорядился человек своим могуществом. Уж очень много накопилось фактов, свидетельствующих о серьезных неполадках в биосфере. Тут и вымирание флоры и фауны, и грозное глобальное потепление, и проблемы в социуме, и оживаемое уже в этом веке оскудение ресурсов. Некоторые ученые поторопились высказать мысль о том, что термин был введен ошибочно и человек никогда не сможет так перестроить биосферу, чтобы всему «свободно мыслящему человечеству как единому целому» было хорошо. Другие же пытаются объяснить, почему могущество человека, которое позволяет ему влиять на всю планету в целом, не пошло на пользу другим обитателям этой планеты. Одну из гипотез предложил наш ведущий микробиолог, академик Г.А.Заварзин: по его мнению, у ноосферы есть антипод — какосфера (происходит от греческого «какос» — плохой, скверный), формирование которой как раз и стало отличительной особенностью XX века.

Взгляд на какосферу

Итак, если ноосфера — это биосфера, которая перестроена так, чтобы свободно мыслящему человеку было хорошо, то какосфера — область дисгармоничного развития. В ней искажены сбалансированные связи. Соответственно какология — наука, которая изучает такие искаженные системы, как природные, так и социальные.

Строго говоря, нарушения всеобщей гармонии присущи и природным системам: их внутренние процессы неоднократно приводили к катастрофам, которые хорошо зафиксированы в палеонтологии. Примером такой дисгармонии в региональном масштабе пространства и времени может служить внезапное избыточное размножение какой-то популяции, например вредителей леса, или разруше-

ние экосистемы в результате вторжения чужеродного вида. Но основная часть какосферы существует за счет деятельности человека, который до неузнаваемости искажает природные связи и ограничивает их способность к восстановлению. Именно благодаря его деятельности какосфера стремительно расширяется, причем этот процесс зависит от притока вещества извне. Предоставленная сама себе, она склонна к самоотравлению и самоликвидации.

Захватывая биосферу, какосфера изменяет прежде всего поверхность планеты. По мнению Г.А.Заварзина, нагляднее всего об этом можно судить по плотности дорожной сети. В ее ячейках биоценозы превращены в агроценозы, где полностью изменена система биотических отношений. В них нет разнообразия, такие экосистемы очень неустойчивы: они состоят из одного вида, причем продукцию вывозят за их пределы. Поэтому продуктивность агроценозов поддерживается за счет притока вещества извне: удобрений, ядохимикатов и горючего для машин — то есть за счет других природных ресурсов, прежде всего из невозобновляемых источников. Человек оценивает земельные угодья, в первую очередь исходя из их плодородия. Биосферные же функции, связанные с формированием состава воздуха и континентальных вод, при этом не учитываются. Оно и понятно: когда хочется есть, трудно думать о том, что через некоторое время будет нечем дышать. А для пропитания возрастающего населения Земли есть всего лишь два пути: экстенсивный и интенсивный. В первом случае человек распахивает все новые и новые земли, что приводит к опустыниванию и нарушению глобального цикла углерода. Во втором — почва загрязняется удобрениями и физиологически активными веществами, и превращается в искусственную плодородную среду.

Впрочем (добавим мы от себя), там, откуда ушли люди, агроценозы разрушаются, и более или менее полно восстанавливается исходная экологическая система. Способность джунглей поглощать поселения людей хорошо известна. Но подобное случается не только в тропиках. Ярким примером служит эксперимент, который проходит в России с 1991 года: заброшенные поля довольно быстро зарастают сначала бурьяном, а потом и кустарниками, как это случилось на знаменитом Куликовом поле (см. «Химию и жизнь», 2005, № 9). А как свидетельствуют путешественники по

старинным сибирским трактам, человеческие поселения, построенные там, казалось бы, совсем недавно — в середине XX века, за считанные десятилетия могут исчезнуть практически без следа.

Какосфера захватывает и литосферу — в ней возникают антропогенные геологические тела. Прежде всего это свалки вокруг крупных городов. Не устраивать свалок мы не можем, ведь на каждого горожанина приходится по 200 кг твердых отходов в год. В мусоре идут интенсивные микробные процессы, загрязняющие воздух и воду (см. «Химию и жизнь», 2005, № 11), а затухают они лишь спустя 30 лет после того, как свалку засыпали. Масса мусорного геологического тела может составлять миллионы тонн.

Еще более масштабный пример какосферы — горноперерабатывающая промышленность, отвалы которой достигают миллиардов тонн. В них идет микробное окисление сульфидов с образованием кислот «купоросных» шахтных вод и выносом тяжелых металлов. А что уж говорить о перемещении гигантских объемов минеральных веществ из одной части света в другую — человек выполняет функцию глобальной геохимической силы.

Верхняя граница какосферы выходит далеко за пределы биосферы, о чем свидетельствует появление мусора в ближнем космосе. Нижняя граница определяется не только глубиной горных выработок, но и сбросом отходов в глубокие слои.

Какология социума

Наиболее наглядный пример какосферы — городская популяция человека. Саморазмножение здесь сильно снижено, города растут за счет миграции извне, разрушая при этом сельскую популяцию. Вследствие развития здравоохранения здесь существенно нарушен естественный отбор, поскольку выживают почти все родившиеся.

Опять-таки заметим на полях этого конспекта: на наших глазах возникла очень сложная ситуация. Отказаться от врачебной помощи больным человечество не может — это был бы, по выражению академика А.С.Спирина, переход к фашизму, а предугадывать последствия ослабленного давления отбора еще не научилось. Изготовители лекарств приводят здесь следующий аргумент: мы сделали лекарства для пожизненной терапии многих неизлечимых болезней и теперь человечество будет их всегда использовать. Появятся новые болезни — мы сделаем новые лекарства. Так про-

является одна из особенностей какосферы — нарушение природных связей приводит систему к неустойчивому состоянию, когда небольшое изменение внешних условий (прекращение выпуска лекарств, например, из-за экономического кризиса) может вызвать плачевные для системы последствия.

В городе провозглашена противоестественная идея равенства полов и нарушается «железный закон» Фердинанда Лассалля, в соответствии с которым доход работника в период выращивания детей должен быть втрое выше индивидуального прожиточного минимума. Как следствие, женщина репродуктивного возраста вынуждена работать и отпущенной ей на воспроизводство десятилетие расходует на создание карьеры. Итог — вымирание, хорошо заметное на примере западноевропейских популяций. Таким образом, расширяющаяся какосфера регулирует численность человечества, все сильнее снижая ее по мере усложнения отношений в социальной сфере и увеличения числа потребителей относительно числа производителей. Вывод Г.А.Заварзина: развитые страны достигли наивысшей степени экспансии какосферы, а развивающиеся стремятся к ней.

Попытки проанализировать развитие какосферы, с тем чтобы научиться управлять им, предпринимаются не первый век. Еще Томас Мальтус считал, что ограничить численность популяции можно ограничением пищи. Впоследствии эти идеи трансформировались в представление Герберта Спенсера о «выживании приспособленных», согласно которому выживание есть цель существования каждой популяции в межпопуляционной борьбе. Так закон биологического развития оказался приложен к человеческому обществу.

У людей популяции оформились в виде государств. Нация тоже представляет собой определенную популяцию с характерными чертами, причем национальная идея состоит в выживании популяции, а не отдельных особей; выживание имеет приоритет над качеством жизни. В XIX веке идея о «выживании приспособленных» оказалась вполне востребована и была применена на практике. По отношению к другим нациям ее наглядно продемонстрировал создатель Южной Родезии и инициатор войны с южноафриканскими бурами Сесиль Родс, а по отношению к другим государствам — любитель политики канонерок и большой дубинки Теодор Руз-

вельт. Логическим же развитием идеи в XX веке стал нацизм.

Если сохранение популяции обусловлено кооперативными взаимодействиями в ней, то индивид, действующий во вред популяции, есть негодяй (это слово означает человека, негодного к общественным отношениям, а не просто неспособного к выполнению своих обязанностей, как можно подумать). Нарушение законов, обеспечивающих устойчивость популяции, подробно рассмотрел Ф.М.Достоевский: особь выступает в роли нарушителя в «Преступлении и наказании», а субпопуляция — в «Бесах». В случаях, когда «борьба за существование» и «выживание приспособленных» внутри популяции берут верх, возникает представление о примате интересов особи над популяцией. Отсюда развитие того, что академик Б.В.Раушенбах называл какократией, то есть власти негодяев в указанном выше смысле слова. В условиях какократии представление о том, что интересы индивида превыше всего, вызывает безоглядное использование природных ресурсов в интересах отдельных группировок и усугубляет отрицательные свойства какосферы.

Прикладная какология, то есть методика сознательного разрушения системных связей на территории оппонента, имеет огромное значение в межпопуляционной борьбе. Можно действовать напрямую, скажем мародерствуя на чужой территории, или опосредованно, в сфере экономики либо культуры. Примеры читатель может подобрать самостоятельно, в меру своего знания истории.

Какосфера и биосфера

Какосфера существует за счет биосферы; это источник чистого воздуха, воды, пищи, материалов и место стока испорченного воздуха (например, обогащенного парниковыми газами по отношению к природному балансу), грязных вод и всевозможных твердых отходов. Все это, скверное для человека, на обывательском жаргоне именуется «экологией». Термин, обозначающий науку об отношениях биологических систем друг с другом и с окружающей средой, потерял научный смысл и стал синонимом какологии.

Границей между какосферой и биосферой служит биогеохимический барьер. Он существует благодаря деятельности микроорганизмов, которые катализируют превращение чужеродных веществ в переходной зоне между двумя ландшафтами. Эту пробле-

му удобнее всего рассмотреть на примере воды. В системе водопользования она не расходуется, а только изменяет свой состав. После того как вода попадает внутрь какосферы, ее обрабатывают химикатами и специально подобранными микробными сообществами. Цель — сделать воду чистой по химическим и бактериологическим показателям. Далее вода течет по водопроводу, и в нее поступают продукты микробной коррозии труб. Всех микробов в воде непосредственно перед употреблением убивают хлорированием или озонированием. Такая «мертвая» вода полностью лишена способности к самоочистке. Более того, она может нарушить микробный баланс и в организме потребителя. Отработанная вода в виде стоков возвращается в биосферу. Самоочищение стоков — один из способов самозащиты биосферы от какосферы. В водотоках создаются зоны последовательного разложения органического вещества, загрязняющего воду: каждой из таких зон свойственно особое доминантное сообщество микробного бентоса. Эти зоны легко обнаружить в канаве стоков от маломощного источника загрязнений вроде скотного двора.

Примером активной защиты биосферы от какосферы служат системы очистки сточных вод. Для локальных источников загрязнения строят очистные сооружения со всевозможными аэро- и метантанками, в которых микробы превращают грязь в углекислый газ, метан и активный ил. Для диффузных источников, таких, как стоки с сельскохозяйственных полей, барьером служат водоохранные полосы — зоны лесной растительности вдоль водотока. В обоих случаях главную роль играет микробное сообщество. В очистных сооружениях оно страдает от залповых сбросов ядовитых веществ, а в водоохранной зоне — от ядохимикатов и удобрений, смываемых с полей. Приспосабливаясь к постоянному действию этих факторов, присущее биосфере микробное сообщество искажается, приобретая типичную для какосферы структуру (в

частности, сильно изменяются трофические цепи). Там же, где барьер прорван, например нарушена водоохранная зона из-за строительства коттеджей или организации турбаз, стоки не способны к самоочистке, и в этих районах уровень загрязнения поверхностных, а значит, и питьевых вод возрастает. Таким путем какосфера захватывает новые зоны.

Глобальная какосфера

Судить о глобализации какосферы и ее угрозе человечеству можно, посмотрев на расчеты всевозможных международных организаций по изменениям климата и снижению биоразнообразия, которые подробно проанализированы в книге академика К.Я.Кондратьева «Экодинамика и геополитика», изданной в 1999 году. Кажалось бы, осознание масштабов превращения человечества в ядро какосферы привело к созыву конференций в Рио-де-Жанейро и Йоханнесбурге. Однако нынешние политики, как и на протяжении всей истории человечества, предпочитают заниматься межпопуляционной борьбой...

«Все вышеизложенное заставляет с серьезностью отнестись к какологии как области знания, не смешивая ее ни с экологией, ни с природоведением... Единственное, что может помешать признанию какологии в качестве самостоятельной научной дисциплины, взявшей на вооружение системный подход, — это неблагозвучное название специалиста в столь важной научной дисциплине» — такими словами заканчивает академик Заварзин свою статью в июльском выпуске «Вестника РАН» за 2003 год, которая, собственно, и послужила основой для составления настоящего конспекта.



**ВОСПИТАНИЕ
МАРСИАНСКИХ
РАСТЕНИЙ**

*Ботаники из
Северной Каролины
создают растения
для жизни в очень
суровых условиях.*

Dr. Wendy F. Boss,
wendy_boss@ncsu.edu

Когда растение попадает в тяжелые условия, у него начинает вырабатываться так называемый супероксид, один из неприятнейших свободных радикалов. Его появление свидетельствует о затруднениях в дыхании клеток, а накопление приводит к тому, что эти клетки гибнут. У животных есть специальный фермент, супероксиддисмутазы, который нейтрализует этот радикал. Некоторые ученые считают, что, позаимствовав такой весьма эффективный способ уничтожения супероксида, растения могли бы жить в весьма суровых условиях — в пустыне или даже в холодном разреженном воздухе Марса.

Ботаники из университета Северной Каролины — доктора Венди Босс и Ами Грунден решили помочь растениям. Для этого они взяли существо, способное жить в кипящей воде подводных вулканов, — одноклеточный организм с характерным именем *Pyrococcus furiosus*. Он для борьбы с супероксидом вырабатывает другой фермент — супероксидредуктазу. Ген этого фермента ученые встроили в ДНК клеток табака и арабидопсиса, и такие трансгенные клетки стали исправно синтезировать фермент с точно такими же свойствами, как у исходного микроорганизма-экстремофила.

«Это большой успех, — говорит доктор Босс. — Мы доказали, что гены, способствующие жизни в суровых условиях, действительно можно заставить работать в растительных клетках. Теперь нужно проверить, как это скажется на жизни целого организма. При успехе в наших руках окажется рецепт создания растений, способных переносить засуху и экстремальные температуры. Кто знает, может быть, это откроет дорогу и к озеленению Марса».

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

**О ПРОЧНОСТИ
ПЕРЛАМУТРА**

*Ученые из США
предложили меха-
низм возникновения
уникальных свойств
перламутра.*

Пресс-секретарь
Carol Renner,
carol.renner@ndsu.edu

Глядя на раковину какого-нибудь моллюска, материаловед обычно испытывает «белую зависть». Ведь, в сущности, это обычная известка, карбонат кальция, который рассыпается буквально в руках. А сделанная из него перламутровая пластина, казалось бы такая тонкая, такая хрупкая, на самом деле столь прочна, что не разбивается, когда упадет на каменный пол. Видимо, все дело в структуре, думает тогда материаловед и старается рассмотреть в микроскоп главную особенность строения перламутра.

Довольно давно ученые обнаружили, что перламутр состоит из карбонатных нанокирпичей, между которыми расположено связующее — гибкие белковые цепочки. Однако расчеты показывали, что такое строение не способно обеспечить одновременно и высокую прочность материала, и его высокую вязкость. Материаловеды долго ломали голову над загадкой. Похоже, что счастье улыбнулось ученым из университета Северной Дакоты, докторам Каплане и Динешу Катти. В отличие от своих коллег, они изучали не кусочек полированного перламутра, а излом образца, испытанного на растяжение. И увидели, что пачки из пластинок карбоната входят одна в другую, подобно двум смешиваемым колодам карт. В результате при ударе они смещаются и поворачиваются, поглощая энергию и не давая развиться трещине. Именно такой механизм продемонстрировали компьютерные эксперименты, которые заняли более года.



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

**ИСКУССТВЕННОЕ
УХО**

*Американские
инженеры создали
искусственное
слышащее
устройство.*

Пресс-секретарь
Josh Chamot,
jchamot@nsf.gov

У каждого млекопитающего в среднем ухе есть улитка — хитро изогнутый орган, заполненный жидкостью и снабженный нервными окончаниями. Он распознает колебания косточек переднего уха и готовит электрический сигнал, который идет в мозг.

Искусственную улитку создали Карл Грош из Мичиганского университета и его студент Роберт Уайт при поддержке Национального научного фонда (США). Главное ее достоинство в том, что все детали можно делать теми же методами, которыми выращивают микросхемы, то есть методами массового производства, а значит, их стоимость будет совсем не высока.

Итак, микроэлектромеханическая улитка состоит из кусочка жесткого стекла, в котором вытравлен канал. В этот канал залито силиконовое масло, а сверху расположена конусовидная мембрана из нитрида кремния. Ее узкая часть ловит высокочастотные колебания, а широкая — низкочастотные. Еще одна мембрана из нитрида заменяет стремечко — специальную косточку в ухе млекопитающего. Как показали испытания, устройство способно распознавать сигналы в интервале 4,2—35 кГц, что составляет значительную часть диапазона нашего уха — от 20 Гц до 20 кГц.

«Мы пока что не присоединили к мембране электрические контакты, но надеемся сделать это в ближайшее время, — говорит Карл Грош. — После этого искусственные улитки могут пригодиться для создания как дешевых высококачественных протезов, так и хороших микрофонов».

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

**ЛИМФОЦИТЫ
УДАРЯТ ПО РАКУ**

*Европейцы делают
трансгенных лимфо-
цитов для борьбы с
раком.*

Пресс-секретарь
Jo Nightingale,
jo.nightingale@
manchester.ac.uk

«Основная идея проекта такова: взять Т-лимфоциты из крови пациента, изменить их геном так, чтобы они могли уничтожать только клетки опухоли, размножить, а потом вернуть обратно в кровеносные сосуды. Достигнув опухоли, они выполнят свое предназначение», — говорит руководитель европейского антиракового проекта «Аттак» (www.attack-cancer.org) профессор Роберт Хокинс из Манчестерского университета. Возглавляемый им международный коллектив получил 12 млн. евро из фонда VI Рамочной программы ЕС на проведение доклинических испытаний метода.

Т-лимфоциты — это клетки иммунной системы, которые уничтожают и вредоносных бактерий, и переродившиеся клетки самого организма. Увы, большинство опухолей лимфоцитам не по зубам. Ученые надеются, что современные методики генной инженерии помогут сделать лимфоциты, которые всегда будут распознавать клетки опухолей и ликвидировать их.

«Сейчас уже есть вакцины против некоторых видов рака. А мы хотим разработать эффективные методы получения вакцин от всех остальных опухолей», — добавляет профессор Хокинс.

ТАБАК СТАНЕТ РАСТЕНИЕМ ЖИЗНИ

Шведские ученые придумали, как заставить трансгенный табак приносить пользу людям.

Goran Samuelsson,
Goran.Samuelsson@plantphys.umu.se

Табак — это не только источник никотина, но и наиболее подробно исследованное генетиками растение. Более того, табак весьма легко поддается генетическим манипуляциям. Поэтому некоторые ученые считают его будущей зеленой фабрикой, изготавливающей нужные людям вещества — от белка паутины до всевозможных антител. Однако скорость, с которой табак синтезирует чужеродный белок, не слишком велика, и пока что выгодно делать те же самые антитела в культурах клеток животных или человека. «Наше открытие позволит резко повысить способность табака изготавливать и накапливать трансгенные белки», — говорит профессор Горан Самюэльсон из университета Умео (Швеция).

Ученые в этом университете обнаружили новый транспортный путь в растительной клетке. Он соединяет мембранные комплексы, где к белковым молекулам добавляются углеводы, и хлоропласты — оргanelлы, в которых идет фотосинтез. Оказалось, что, следуя по этому пути, трансгенные белки поступают внутрь хлоропластов и там накапливаются. А после уборки урожая их можно стандартными методами извлечь из табака и очистить. По мнению профессора Самюэльсона, получать антитела для нужд медицины с помощью табака лучше, чем из клеток млекопитающих, поскольку при этом исключена возможность попадания болезнетворных агентов в лекарство. Да и табаководов надо же чем-то занимать после того, как человечество наконец-то расстанется с вредной привычкой.

НАНОТРУБОЧНЫЙ ВКЛЮЧАТЕЛЬ

Французские исследователи сделали включатель из нанотрубки.

Пресс-секретарь
Pascal Newton,
pascal.newton@cea.fr

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

Ученые из исследовательского подразделения французского Комиссариата по ядерной энергии сделали из углеродной нанотрубки интересное электромеханическое устройство. Удачному эксперименту предшествовал точный расчет. Он показал, что если зафиксировать оба конца нанотрубки, подвесить ее над проводником и приложить к нему электрическое напряжение, то нанотрубка под действием электростатической силы изогнется. На величину этого изгиба можно воздействовать, изменяя длину или тип нанотрубки, разность потенциалов и многие другие параметры.

Ученые сделали такое устройство и обнаружили, что нанотрубка действительно прогибается. А прогнувшись, она может коснуться электрода и стать включателем, то есть замкнуть электрическую сеть — ведь углерод неплохой проводник. Более того, после прикосновения к электроду начинают действовать силы Ван-дер-Ваальса, которые не дают нанотрубке распрямиться, даже если напряжение в притянувшем ее проводнике будет совсем маленьким. Именно эта особенность позволяет надеяться, что на основе таких приспособлений можно создавать запоминающие устройства, которые потребуют совсем немного энергии для сохранения записи. Нановключатели пригодятся также для создания датчиков сверхмалых сил, осцилляторов и сверхбыстрых переключателей в средствах связи.

ЭЛЕКТРОН ИЗУЧАЕТ НАНОСТРУКТУРУ

Швейцарские ученые придумали, как электронами изучать наноструктуры.

Benoit Deveaud-Pledran,
benoit.deveaud-pledran@epfl.ch

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

«**В** первых карманных CD-проигрывателях было по четыре батарейки, которых хватало на один диск. Материаловеды в результате кропотливой работы уменьшили потребление энергии в пятьдесят раз. Однако динамика материала на уровне нанометров нам до сих пор не понятна. Я не знаю, кто и как применит мое устройство, но у меня нет сомнения, что оно поможет решению этой задачи», — говорит профессор Бенуа Дево-Пледран из Федеральной политехнической школы Лозанны.

Прибор для изучения наноструктур сделали из электронного микроскопа, в который вставили золотой фотокатод толщиной 20 нанометров. Его освещают ультрафиолетовым лазером, тот выбивает из фотокатода электроны с частотой 80 миллионов импульсов в секунду. И каждый из этих импульсов содержит не более десяти электронов. Попадая на образец, электроны его возбуждают, вызывая вспышки света, которые фиксирует спектрометр с разрешением в 10 пикосекунд.

Это устройство опробовали на пирамидальных квантовых точках из арсенида галлия. В каждой из них есть несколько наноструктур. Попав в пирамидку, электрон добирается до ближайшей наноструктуры, а потом перемещается в точку с минимумом энергии, то есть в вершину пирамиды, откуда и вылетает квант света. По задержке времени между импульсом электронов и вспышкой света можно судить о строении пирамидки.

«Широкий спектр энергии электронов позволяет исследовать такие полупроводники, которые невозможно возбудить лучом лазера, например алмаз или кремний», — говорит профессор Дево-Пледран.



МАТРАЦ ИЗ НАНОТРУБОК

Американские материаловеды сделали из нанотрубок упругий коврик.



Пресс-секретарь
Jason Gorss,
gorssj@rpi.edu

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

Как правило, материал не бывает одновременно жестким и упругим. А материаловеды из Ренсселеровского и Флоридского университетов сумели сделать такой. У них получился ковер из вертикально расположенных многослойных нанотрубок. Под действием нагрузки они деформируются, складываясь в гармошки, а после снятия нагрузки — распрямляются как пружины. Величина такой обратимой деформации может достигать 15%.

Нанотрубки представляют собой цилиндры, сплетенные из сеток углеродных атомов. При деформации связи между этими атомами не разрываются, а растягиваются. Следовательно, после снятия нагрузки форма нанотрубки восстановится полностью. В других материалах процесс сжатия-расширения происходит иным образом, и деформация при многократных повторениях накапливается. Коврик из нанотрубок тоже слегка уменьшает свою толщину, но только во время первых сотен циклов. Возможно, причина в том, что нанотрубки поначалу проскальзывают относительно друг друга. В последующие же тысячи циклов толщина коврика не меняется, а сам он не рвется и не истирается, даже если его десять тысяч раз сдавить и отпустить.

«Прочность, химическая стойкость и малый вес — вот что делает нанотрубки очень интересным материалом для создания сверхлегких упругих элементов конструкций», — считает руководитель группы из Ренсселеровского университета профессор Пуликель Аджаян.

Звездный час «блудных сынов»

В.И.Назаров. Эволюция не по Дарвину. Смена эволюционной модели. М.: КомКнига, 2005, 520 с. Тираж не указан.

Когда четверть века назад в «Химии и жизни» шла острая дискуссия о механизмах биологической эволюции, некоторые из ее участников подвергали господствовавшую в то время синтетическую теорию эволюции (СТЭ) серьезной критике, предлагая альтернативные подходы. Это выглядело ересью, и редакция проявляла смелость, пуская еретиков на страницы журнала (перечень публикаций тех лет приведен в № 9 за 1985 год, с.25).

В наши дни страсти по эволюции все еще продолжают кипеть, что, в частности, показывают дебаты «рыцарей круглого стола биологии» в нашем журнале (см. «Химию и жизнь», 2003, № 2, 4, 6; 2005, № 1). Теперь поддержка вольнодумцам пришла с неожиданной стороны — от историка биологии.

Свою новую, четвертую по счету, монографию выпустил главный научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН, доктор биологических наук Вадим Иванович Назаров. Окончив биофак МГУ в 1957 году, он посвятил жизнь историко-научному анализу эволюционных идей. Как говорится в аннотации, это «первый в мировой литературе опыт всестороннего и систематического рассмотрения причин научной несостоятельности классического дарвинизма, синтетической теории эволюции и других форм селекционизма».

Ну что же, позиция автора выражена очень четко. А

во введении Назаров пишет, что сам он «долгое время всецело разделял дарвинизм, верил в незыблемость его главных положений... Но пристальное изучение огромного разнообразия недарвиновских учений (сначала с целью их критики) и результатов современных исследований побудило его к болезненному, как утрата чего-то дорогого и привычного, пересмотру взглядов...» (с. 14).

По его просвещенному мнению, многократно отвергнутые ламаркизм и сальтационизм ныне восстанавливаются в своих правах, но излагаемая в учебниках догма СТЭ препятствует этому. «Мы не сомневаемся, — пишет он, — что рано или поздно новое знание пробьет себе дорогу. Желая всячески приблизить этот момент, мы решили написать книгу, в которой были бы собраны воедино все самые последние достижения эволюционной мысли недарвиновской ориентации...» (с. 11).

Признание собственных заблуждений — поступок настоящего ученого. Дается такой шаг всегда нелегко, и, значит, он вызван действительно вескими причинами. Узнать о них захотят, наверное, все биологи, которые не зациклены полностью на «изучении ножки у сороконожки» (Н.В.Тимофеев-Ресовский).

В первых двух частях книги, прослеживая возникновение теории Дарвина и ее последующую трансформацию в СТЭ, автор приходит к выводу, что в проблеме макроэволюции они столк-



нулись с непреодолимыми трудностями. В третьей части он обсуждает другие теории — ламаркизм, сальтационизм, катастрофизм... Об этом уже было много сказано раньше, в том числе и Назаровым, поэтому самое существенное начинается дальше: в четвертой части «Современные недарвиновские концепции эволюции» и в пятой — «Основы нового понимания эволюции».

Одна из важнейших глав (учитывая особую судьбу этого вопроса в нашей стране) называется «Возвращение ламаркизма». Автор пишет (с. 362), что, как ни парадоксально, первые сигналы к реабилитации ламаркизма стали поступать от его злейшего врага — молекулярной генетики и были связаны с поэтапным разрушением центральной догмы молекулярной биологии.

Тут имеются в виду открытие обратной транскрипции

и нематричное получение новых молекул ДНК (путем перекомбинации блоков самой главной молекулы, а также ферментативного включения в нее каких-то новых последовательностей нуклеотидов). В этих процессах информация, вопреки схеме Ф.Крика, в принципе может переноситься от белков к ДНК. Автор приводит известное высказывание о том, что вместо «слепого часовщика» (мутаций и отбора) в клетке был обнаружен «генный инженер» с набором изошренных инструментов для перестроек наследственного аппарата (с. 366).

Назаров считает, что современная наука начинает признавать наследование приобретенных признаков. Он ссылается на обзор О.Ландмана в «Annual Review of Genetics» 1991 года, в котором описано около десятка экспериментов, подтверждающих наличие эффекта, и отмечает, что опыты, проведенные в последу-



ющие годы, «еще больше расширили зону компетенции ламаркизма, одновременно наполнив ее строго генетическим содержанием» (с. 369). Кроме того, он обсуждает успешные работы по направленному, приспособительному мутагенезу.

Тем не менее в книге упомянуты не все обнаруженные в последнее время факты, имеющие отношение к этой многострадальной теме. Например, ничего не сказано о так называемой РНК-интерференции, когда низкомолекулярные двухцепочечные РНК мигрируют из одной клетки в другую, выключая в них определенные гены. Есть данные, что эти молекулы способны проникать и в половые клетки.

Подробно рассмотрена «подвижная» генетика, которая изучает блуждающие, мобильные элементы генома — плазмиды, транспозоны, а также вирусы, способные переносить как отдельные гены, так и большие их блоки. В наше время непостоянство генома стало уже аксиомой, но роль этого явления в филогенезе еще не вполне ясна.

В связи с этим автор вспоминает, как в 1982 году вышла книга украинского генетика В.А.Кордюма «Эволюция и биосфера», в которой он отстаивал представления о возможности обмена наследственным материалом между любыми живыми существами с помощью вирусов. Понятно, что такой межвидовой взаимообмен информацией мог бы значительно ускорить прогрессивную эволюцию. Эта концепция подрывала догмат о творческой роли естественного отбора и потому вызвала резко отрицательную рецензию в журнале «Приро-

да», подписанную сразу тремя (!) академиками (с. 340).

Разбирает автор и другие современные гипотезы. Так, согласно идее австралийских иммунологов, принцип клонального отбора, который верен для лимфоцитов (те из них, что вырабатывают антитела, связывающие данный антиген, начинают размножаться), имеет универсальное значение. Они полагают, что если в соматической клетке произошла мутация, дающая ей какое-то преимущество, то такая клетка усиленно делится, а ее мутировавший ген имеет большие шансы быть переданным в половые клетки и включиться в их хромосомы (см. книгу Э.Стила и др. «Что, если Ламарк прав?». М.: Мир, 2002).

Назаров убежден, что генетика должна быть дополнена эпигенетикой — наукой об избирательной активности генов. На эту активность влияют цитоплазма клетки, межклеточные взаимодействия, весь организм в целом, окружающая его среда. Именно эпигенетические регуляторные механизмы отвечают за индивидуальное развитие организмов и служат связующим звеном между генотипом и фенотипом. Но через них же должно осуществляться и обратное влияние фенотипа и среды на генотип.

Если СТЭ признает только поток информации «снизу вверх» (от генов к признакам), то в новой парадигме будут два встречных потока, причем для эволюции важнейшим окажется путь «сверху вниз» (от признаков к генам). И тогда генные изменения станут уже не причиной, а результатом эволюционных преобразований (с. 437).

В целом книга охватывает очень широкий круг воззрений. Как отмечает Назаров, почти все современные концепции имели своих предшественников, и он «старался проследить судьбу каждой достойной внимания идеи от ее зарождения до сегодняшних дней». На его взгляд (с. 333), можно выделить два основных типа ученых: «примирителей», склонных к компромиссу и объединению противоположностей в высшем синтезе (например, С.В.Мейен), и «непримиримых», которые защищают одну из точек зрения и стремятся подавить оппонентов (тут автор вспоминает полемический пыл А.А.Любичева).

Назаров говорит, что у дарвинизма всегда находились достойные противники. «Это были выдающиеся мыслители и натуралисты, люди высокой научной интуиции, но их в свое время высмеяли или проигнорировали и расценили как «блудных сынов» науки. Теперь настал их звездный час...» (с. 11). Мы видим, что большой вклад в расшатывание догмы внесли отечественные исследователи, и среди них было немало авторов «Химии и жизни».

Размышляет историк и над философскими проблемами биологии. Вся органическая эволюция видится ему целесообразным и направленным процессом, и он так выражает свое кредо: «Лучшие умы человечества исчерпали возможности материалистического подхода и вплотную подошли к признанию верховной власти духовной сферы. После 73-летнего господства в СССР искусственно насаждаемого материализма естествознание робкими шагами посте-

пенно обретает понимание главного источника неслучайности происходящего... и это больше не считается антинаучным» (с. 83).

Касаясь общего состояния биологической науки, автор пишет (с. 434): «Межгенные взаимодействия, контролируемые трехмерную организацию ядра, клеточную пролиферацию, дифференцировку и морфогенез, то есть фактически всю область современной эпигенетики, остаются столь же трудными и малодоступными для изучения, как и сам феномен жизни. Сложный и тернистый путь от гена к признаку... по-прежнему скрыт от наблюдателя плотной завесой тайны».

Можно сказать, что биологи подступают к решению самых ключевых своих проблем. И хорошо, что они освобождаются от сковывающего панциря СТЭ: в эпоху великих дел нужно иметь открытое мышление. История эволюционного учения продолжается, она творится на наших глазах. Это сложный, извилистый процесс — «да ведь исторический путь и не есть прогулка по Невскому!» (А.И.Герцен).

Л. И. Верховский

Предыдущие монографии В. И. Назарова

«Эволюционная теория во Франции после Дарвина» (М.: Наука, 1974);
«Финализм в современном эволюционном учении» (М.: Наука, 1984);
«Учение о макроэволюции. На путях к новому синтезу» (М.: Наука, 1991).

Похититель снов

(отрывок из романа)

Мишель Жуве

Новый роман крупнейшего французского нейрофизиолога и сомнолога (специалиста по сну) Мишеля Жуве вышел в Париже в конце минувшего года в том же издательстве «Одиль Жакоб», где были опубликованы и его предыдущие книги — роман «Замок снов» и сборник научных эссе «Сон и сновидение». Роман «Похититель снов» написан совсем в другом стиле — в жанре детектива, действие которого происходит в наши дни. Но фабула его лихо закручена вокруг той же темы — сон и сновидения. Герой романа — сам Жуве, инвалид Второй мировой войны, получивший тяжелое ранение в боях с гитлеровцами, — приезжает лечить старые боевые раны на грязевой курорт в Северной Италии, где попадает в круговорот захватывающих приключений, становясь жертвой собственных открытий. (Согласно предложенной автором и героем романа оригинальной гипотезе, во время парадоксального сна происходит так называемое «генетическое репрограммирование». Программы поведения из генетической памяти каким-то таинственным путем переводятся в нейробиологическую, то есть в память мозга. Хотя эту гипотезу косвенно подтверждают некоторые факты и соображения, ее прямая проверка не на страницах романа, а в жизни — дело будущего.)

Специалисту оторваться от чтения «Похитителя снов» просто невозможно, но надеюсь, что роман понравится и более широкой публике, интересующейся современной наукой, в том числе и читателям «Химии и жизни». Так или иначе, во Франции роман пользуется огромным успехом. Наш читатель, привыкший в литературе к иронии и полутону, разумеется, проявит снисходительность к «джеймс-бондовским» пассажирам автора, к которым, мне кажется, он и сам относится не слишком серьезно. Хотелось бы надеяться, что найдется издатель, который заинтересуется литературным творчеством Жуве и оба его уникальных романа, нами переведенные, будут наконец опубликованы полностью и на русском языке.

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

Крейсер «Аврора»

Среда, 8 сентября 1999 года

Это случилось в Лионе, почти полтора года назад. Я безуспешно пытался найти лабораторию во Франции или во всей Европе, которая взялась бы за выделение различных рецепторов из гиппокампа, для того чтобы разработать молекулу, способную на них воздействовать. И всюду наталкивался на вежливые отказы. «Зачем нужно такое вещество? Возможно ли его скорое коммерческое использование? Нет, такого рода исследований мы не планируем. Если ваша молекула не имеет отношения ко сну, то у нее не будет и достаточного рынка сбыта. Сейчас у нас уже есть почти идеальные «снотворные» молекулы. Их разработка обошлась нам в дюжину миллионов долларов, зачем же разрабатывать что-то еще?» — и так далее, и тому подобное.

Однажды — я увидел эту сцену с закрытыми глазами, как будто во сне наяву, — я встретился с профессором Жаном С., блестящим молодым фармакологом, только что основавшим свою

собственную фирму. После посещения моей лаборатории он пригласил меня пообедать, чтобы подробно объяснить причины своего визита: он интересуется ГАМК-эргической передачей, поскольку тормозной нейротрансмиттер ГАМК¹ играет важную роль в регуляции эпилепсии, а также, очень вероятно, и сна. Вследствие некоторых событий, которые он сам назвал загадочными, профессору С. удалось выделить оригинальную молекулу из яда одной рыбы, обитающей в китайских морях. Эта молекула оказалась способной действовать *in vitro* на какие-то еще не известные рецепторы, чувствительные к ГАМК, но отличные от рецепторов А и В. Он не показал мне пространственной структуры этой молекулы, которую назвал «GB169», поскольку знал о моем полном невежестве в структурной био-

¹ Гамма-аминомасляная кислота — основной тормозной передатчик (медиатор) в головном мозгу млекопитающих. Существуют два основных рецептора — белка, с которым связывается молекула ГАМК, называемых А и В. (Здесь и далее примеч. В.М.Ковальсона.)

химии. Вещество GB169 не было токсичным и воздействовало на ГАМК-эргическую передачу в ничтожной дозе как при внутримозговом, так и при системном (внутримышечном или подкожном) и даже оральном введении.

— Не могли бы вы изучить действие GB169 на сон крыс или мышей?

С этими словами он передал мне пузырек из желтого стекла, в котором находилось несколько граммов белого порошка.

— Проверьте на паре-тройке животных и дайте мне знать. Если будет интересный эффект, то мы разработаем детальный проект и подпишем контракт. Вы руководите единственной европейской лабораторией, где еще регистрируют сон крыс и, главное, мышей.

Так я стал тестировать эту самую GB169 во время июльских отпусков, когда по вечерам оставался в лаборатории один.

В восемь вечера я вводил ничтожную дозу этого вещества двум мышам с электродами в коре и гиппокампе. Зарядно я испытывал новый весьма совершенный исландский компьютер, позволяющий одновременно регистрировать электрическую активность мозга и анализировать частоту и амплитуду ритмов в коре и гиппокампе.

До полуночи гиппокампальный тетраритм сохранял стабильную частоту 8 Гц в каждом периоде парадоксального сна. Затем постепенно между тремя и семью часами ночи амплитуда тетраритма увеличивалась почти на 80%, тогда как частота снижалась от 8 до 4 Гц. Другие же параметры парадоксального сна — быстрая электрическая активность в коре, мышечная атония — не претерпевали значительных изменений. Исключительно большая латентность (задержка) — 6–7 часов — и длительность действия более 4 часов указывали на сложность взаимодействия GB169 с ГАМК-эргическим рецептором.

Это была большая удача — похоже, что GB169 и оказалась той самой молекулой, которая могла подавлять гиппокампальные механизмы генетического программирования в ходе парадоксального сна.

Оставалось только проверить действие GB169 на исследовательское по-



ведение мышей линий А и В («шустриков» и «мямликов») с одновременной регистрацией электрической активности мозга. (В современных биологических экспериментах широко используются линии мышей с какими-либо характерными поведенческими особенностями, см., например, статью Н.Н.Кудрявцевой, «Химия и жизнь», 2004, № 5. — **Примеч. ред.**) Поскольку я хотел сохранить эти опыты в тайне, я забирал с собой страницы, вырванные из журнала с протоколами, электроэнцефалограммы и спектры мощности, распечатанные на бумаге, забыв, что все это сохраняется в памяти компьютера на жестком диске. Не думал я, что всего через несколько месяцев он будет украден!

Я продолжал свои ночные опыты в Лионе в тиши лаборатории, освещенной только мерцанием красных и зеленых лампочек компьютера. Опыты с двумя мышами каждой линии подтвердили: инъекция GB169 вызывает ожидаемую модификацию исследовательского поведения при условии, что она проведена в начале сна, то есть около 20 часов². Эффект становился еще более четким, если я проводил введения три дня подряд. Наоборот, в другой группе животных, инъекции которым делала утром, в момент их пробуждения, эффекта не было.

После серии из последовательных четырех инъекций общая длительность воздействия на поведение достигала почти месяца. Столь долгое воздействие казалось просто невероятным! Несомненно, вещество GB169 необратимо связывалось с какими-то пока неизвестными рецепторами на уровне гиппокампа. Можно было предположить, что с помощью еще большего количества инъекций удастся добиться эффекта, который будет сохраняться на протяжении месяцев и лет, то есть (а почему бы и нет?) — на всю оставшуюся мышиную жизнь!

² Мыши, как и большинство млекопитающих, ночью (в темноте) преимущественно бодрствуют, а днем — спят. Однако лабораторных мышей обычно содержат в условиях реверсивного светового режима: с 8.00 до 20 часов — слабый красный свет, с 20 до 8.00 — яркий белый.

Однажды ночью, ближе к полуночи, когда я на полчаса покинул регистрационную установку и компьютер, в мой кабинет зашел наш университетский охранник, совершавший обычный ночной обход.

— Господин профессор, вы один?

— Естественно.

Я был в этом уверен, так как предпочитал работать тайно, поэтому каждый вечер, прежде чем начинать введение мышам GB169, обходил свою лабораторию.

— Странно, — сказал он. — Пять минут назад я видел, как кто-то вышел из вашей лаборатории с черного хода. Он шел мимо главного подъезда, который я не закрывал, чтобы вы могли пройти к машине. По-моему, это был мужчина. Я его окликнул, но он не остановился...

Кто же мог тайно проникнуть в мою лабораторию? Не иначе, кто-то из своих, так как дверь закрывается на кодовый замок, причем код меняется через день. Кто-то из тридцати научных сотрудников и технического персонала? Но у каждого свой план работы, зачастую весьма отличный от моего. Стажеры-иностранцы? На тот момент у меня их был целый десяток: три японца, два американца, два итальянца, русский, швед и чилец. Кто же из них мог оказаться в курсе моих исследований? Кто обратил внимание, что у новых мышей электроды вживлены не только в кору, но еще и в гиппокамп? Что кто-то часто переставляет новый исландский компьютер с места на место?

С каждым из них мне доводилось общаться в неформальной обстановке, особенно на банкетах по случаю защиты диссертаций. Под воздействием белого вина или шампанского я не раз подтрунивал над собственной теорией генетического программирования. Некоторые сотрудники подхватывали этот тон и в шуточной форме критиковали основы моей теории. Может, мы и говорили о гиппокампальном тета-ритме. Но уж о существовании GB169 я точно никогда не упоминал! Если бы даже кто-то, будь он француз или иностранец, и захотел узнать о цели моих опытов, то как он мог это сделать? Флакон с веществом GB169 я всегда держу при себе, а электроэнцефалографические

записи, компьютерные спектрограммы и журнал с протоколами забираю и уношу после каждого опыта...

...Белая, молочно-белая июльская ночь в Санкт-Петербурге. На набережной Пирогова, облокотившись о парапет, я разглядываю русских военных моряков, несущих службу на мостике крейсера «Аврора». Моряки стреляют из орудия...

Кто-то все сильнее и сильнее стучит в мою дверь, и я наконец просыпаюсь. Девять часов. Это массажист. Узик собственного сновидения, я не ответил на его телефонный звонок, и ему пришлось подняться в мой номер и разбудить меня, оторвав от такого сладкого сна! По его тревожному виду, сразу сменившемуся выражением облегчения, я догадался, что некоторые пожилые отдыхающие после грязевых ванн засыпают навсегда...

Вернувшись в номер после массажа, я попытался понять значение этого сновидения и его возможную связь с недавними событиями. Стук в дверь, очевидно, превратился в пушечные выстрелы крейсера «Аврора». Похоже на «сон о гильотине» Альфреда Мори. Этот человек, бывший в конце XIX века профессором Коллеж де Франс, посвятил всю свою жизнь изучению сна и сновидений. Однажды ночью балдахин, висевший над кроватью, сорвался и упал ему на голову. Этот удар трансформировался в известный сон о гильотине. Пока он просыпался, ему казалось, что он видит очень длинный сон: как будто действие происходит во время Великой французской революции, его судят и приговаривают к смерти, перевозят на повозке к месту казни, поднимают на гильотину и привязывают, подставив его голову под нож.

Таким образом, весьма короткое событие вызвало целый онейрический спектакль субъективной длительностью в несколько часов. Этот сон (описанный в 1860 году, спустя более десяти лет после того, как он имел место) очень известен. Он показывает, как определенные стимулы из внешнего мира, в данном случае вызвавшие слуховые и болевые ощущения, могут включаться в контекст сновидения. Кроме того, он очевидно демонстрирует, что в сновидении время течет по-

другому. На сновидения такого типа часто ссылаются сторонники представлений о снах наяву. Согласно им, некоторые нейротрансмиттеры, например дофамин, во время пробуждения мимолетно воздействуют на лобную кору, «производя» тем самым сновидения.

Отметив, таким образом, что стук в дверь превратился в оружейные выстрелы, я не мог понять, почему он открыл в моей памяти именно хранилище русских снов? На какие «дневные остатки» это указывало? На мое воспоминание о существовании русского стажера среди прочих иностранцев в моей лаборатории? Как бишь его звали? Сергей... Фамилия, которую я забыл, оканчивалась на «ов». Этот специалист по обработке биологических сигналов проходил двухлетнюю стажировку в моей лаборатории благодаря стипендии американского миллиардера венгерского происхождения Джорджа Сороса, выделившего средства для поддержки ученых бывшего советского блока.

Итак, я обнаружил уже два элемента, которые могли быть включены в сновидение как дневные остатки. Но почему такой странный цвет был у этой ночи? Почему крейсер «Аврора»?

Молочно-белый, полупрозрачный цвет одной из летних ночей Санкт-Петербурга, который окрасил мой сон, не мог быть вызван вчерашним венецианским солнцем. Необходимо было освежить в памяти мою двухлетнюю давности поездку в Санкт-Петербург. Сопоставить дневные остатки с русским содержанием — с другими воспоминаниями о поездке в Россию пару лет назад...

Я тогда жил в гостинице «Аврора» на Пироговской набережной, и корабль находился как раз под окнами моего номера. Крейсер «Аврора» предстал предо мной каждую ночь, когда разводили мосты и я смотрел из окна, как суда спускаются вниз по Неве. Ежедневно в 7 и 17 часов на корабле поднимали флаг и производился пушечный выстрел.

Испытывая ощущение гипермнезии (обостренной памяти), я прокручивал в голове события, связанные с моей тогдашней поездкой в Россию. Я приехал в Санкт-Петербург в июле 1997 года для участия в XXXIII Международном конгрессе по физиологии. Организация его была несколько сумбурной. Заседания проходили в знаменитом Институте имени Павлова, а также в одном из корпусов Военно-медицинской академии. Здание это выглядело не лучшим образом, некоторые поло-

вицы были выбиты, штукатурка на стенах местами осыпалась, оставив белые пятна, а со двора доносились крики новобранцев, занимавшихся строевой подготовкой.

Я выбрал гостиницу «Аврора», поскольку она расположена неподалеку от Павловского института³ и не нужно каждый день вызывать такси, что непременно пришлось бы делать, если бы я поселился в какой-нибудь роскошной гостинице в центре города. Изумительный вид на крейсер «Аврора», мосты и Петропавловскую крепость искупал «интуристовский» сервис и отсутствие кондиционера в номере тем очень жарким летом.

Научный комитет конгресса предложил мне вместе с моим русским коллегой из Москвы, профессором М., организовать «круглый стол» по проблемам сна. Он проходил в одном из залов Павловского института. Диапроектор то и дело ломался, микрофон издавал ужасные звуки. Но в целом сообщения и обсуждение были достаточно интересными, зачастую весьма оригинальными; научный уровень был не ниже, а возможно, и выше того, что я наблюдал на шикарных конгрессах, проходивших в таких элитарных святилищах западной науки, как Санта-Моника, Пуэрто-Рико, Багамы, Мауи или Копакабана.

По завершении «круглого стола» и привычных поздравлений ко мне прорвался Сергей Комаров (наконец-то я вспомнил его фамилию!), москвич, проработавший два года в моей лаборатории. Он представил мне Ганса Л., высокого немца из города Галле, недалеко от Лейпцига, выступившего на нашем «круглом столе» с исключительно оригинальным сообщением. Его результаты, похоже, показывали, что во время обычного сна (с медленными волнами) мозг более не воспринимает зрительные или слуховые сигналы, но лишь те, которые исходят от внутренних органов⁴. В опытах на животных он зарегистрировал активацию нейронов зрительной зоны коры мозга в ответ на раздражение желудка или кишечника. Для проведения этого революционного эксперимента Ганс Л. разработал и наладил виртуозную методику. Ансамбль его электродов для передачи сигналов от коры мозга был размером с полтаблетки аспирина (так называемый чип). Данные, хранившиеся в чипе, можно было передавать на компьютер и затем обрабатывать сигналы, строить спектр мощности, проводить спектральный анализ и пр.

Мы пошли выпить пива в столовую Военно-медицинской академии вмес-

те с другими участниками и русскими слушателями. Кто-то из них — русский или грузин, не помню точно — напомнил мне о конференции, которую я проводил еще в 1974 году в том же институте⁵. На фоне громадного портрета Ленина я излагал основы теории генетического программирования поведения. Естественно, она вызвала скандал. Сама идея о том, что генетика может влиять на условия жизни и социальную среду, воспринималась как еретическая с точки зрения догматического марксизма, который еще царил в ту эпоху. Посему на следующий же день в «Литературной газете» появилась статья, в которой меня клеймили за мелкобуржуазный субъективизм и обзывали злобным сторожевым псом американского империализма⁶.

Потихоньку наш разговор перекинул на генетическое программирование. Сергей Комаров, не упоминая о моей теории, утверждал, что «генератор» парадоксального сна периодически включается каждые девяносто минут жизни человека, независимо от того, спит он или бодрствует. Это была гипотеза моего ныне покойного коллеги и друга, американского исследователя Натаниэля Клейтмана, одного из первооткрывателей так называемого «REM-сна»⁷.

— Если моя гипотеза верна, — продолжал Сергей, — то вы должны согласиться с тем, что система генетического программирования должна функционировать также во время бодрствования, пусть во сне она и гораздо эффективнее.

— Может, и так, — ответил я, — но нет ни одного доказательства того, что «генератор» парадоксального сна функционирует в скрытом виде в период бодрствования. Гипотезу Клейтмана об основном цикле покоя-активности (basic rest-activity cycle, или BRAC) проверяли во множестве лабораторий Европы и США, и результаты почти неизменно были отрицательными.

Я-то хорошо знал, что вещество GB169 было неактивно во время бодрствования. Может, Сергей нарочно хитрил, чтобы выпытать у меня правду?

Ганс Л. обратился к Сергею:

— Вы говорите о генетическом программировании! Но как оно может про-

³ На самом деле — напротив Военно-медицинской академии, где проходил симпозиум по сну, организованный М.Жуве и Л.М.Мухаметовым в рамках Всемирного физиологического конгресса.

⁴ На самом деле эта работа была выполнена отечественным исследователем И.Н.Пигаревым.

⁵ На самом деле та конференция («Саморегуляция процесса сна»), на которую был приглашен М.Жуве, проходила в Институте экспериментальной медицины.

⁶ Такая статья в ЛГ действительно была опубликована, но раньше, чем проходила конференция, и была написана в достаточно корректном тоне, без навешивания ярлыков — иначе в те годы никто бы Жуве в СССР не пригласил.

⁷ Сна с быстрыми движениями глаз. Синонимы: парадоксальный сон, быстрый сон, сон со сновидениями и пр.

исходить? За счет какой мозговой активности?

Я парировал тем, что это может происходить с помощью тета-ритма, который возникает в лимбической системе и особенно выражен в гиппокампе.

— Если бы удалось изменить этот ритм с помощью электростимуляции или введения каких-то веществ, то эту гипотезу можно было бы проверить. Вашу гипотезу, Herr Professor, — добавил он с дружеской улыбкой, повернувшись ко мне.

А этот Ганс умен, черт его побери! И откуда он только знает о важности тета-ритма?

— Дорогой мой Ганс, — сказал я, — проверить-то это можно только на крысе! А как зарегистрировать тета-ритм у человека без вживления внутримозговых электродов — заколдовать его, что ли? Ведь это невозможно в первую очередь по этическим причинам, верно?

— Hans is a very clever scientist, — сказал Сергей.

Ганс достал из папки листы с записями. Это были спектры тета-ритма, записанного у человека. Очень четко были видны пики тета-ритма, соответствующие каждому периоду парадоксального сна в течение всей ночи.

— Как вам удалось записать эти спектры? — спросил я, решив, что регистрация сделана у больного, скорее всего эпилептика, которому с лечебными целями вживили глубинные электроды в гиппокамп.

— Nein. Я их зарегистрировал у здорового испытуемого, студента-добровольца. Просто с помощью этих маленьких чипов.

И он показал мне пару электродов, по диаметру и толщине не превышающих полтаблетки аспирина. Оказывается, достаточно закрепить эту пару на скальпе в нужном месте и использовать хорошую программу для выделения сигналов из шума...

— И где же эти места, куда вы помещаете эти чипы? — спросил я.

— А вот это секрет. Top secret! — ответил он, вновь улыбнувшись.

Оказалось, что эти чипы были недавно изготовлены на Украине. Там некоторые заводы, ранее изготавливавшие микросхемы для управления ракетами, были по конверсии переориентированы на работы в области нанотехнологий, и их продукция зачастую превосходила таковую самых знаменитых японских и американских фирм!

— Результаты просто поразительные! Почему вы не представили их на конгрессе? — спросил я.

— Мои опыты пока что classified, засекречены, — ответил он. — Кроме того, проведена только одна регистрация, которую я и привез сюда специально,

чтобы вам продемонстрировать, Herr Professor!

Надо бы и мне срочно раздобыть парочку таких чипов, но как?

— А вы не хотели бы поработать в моей лаборатории в Лионе? — спросил я у Ганса. — Вы могли бы приехать как Сергей, на соросовскую стипендию.

— Никаких «соросов» мне больше не положено, — усмехнулся он. — Я теперь гражданин объединенной Германии.

— Но я бы мог раздобыть для вас какую-нибудь другую стипендию...

Ганс не ответил.

Мне показалось, что он немного пьян. Он повернулся к Сергею, и они заговорили о политике. Взгляды Сергея были мне хорошо известны. Типичный националист, сожалеющий о распаде российской империи. Он с тоской вспоминал эпоху, когда СССР был сверхдержавой, хотя и не забывал об ужасах коммунистического режима, от которых пострадала его семья.

— Представь, — сказал Ганс Сергею, — что когда-нибудь будет открыто такое вещество, которое действует на процесс генетического программирования. Тогда можно незаметно вводить его разным ответственным людям, на которых нужно повлиять, и изменять их личность! Делать их, скажем, более чувствительными к определенным внешним воздействиям, более сговорчивыми... Можно, например, подмешать такое вещество к напиткам на приеме в Кремле, где присутствуют руководители СМИ или какой-либо мафии. Можно его подмешать и самому Ельцину! И поставить премьер-министром кого захочешь!..

— Ладно, выпьем за здоровье Владимира Владимировича! — сказал Сергей, поднимая бокал.

— За Владимира Владимировича! — поддержал Ганс.

— А кто это такой? — спросил я.

— Увидите...

Наступила долгая пауза, во время которой было «пропущено» еще несколько бокалов пива.

— Я не верю, что такая загадочная молекула существует, — сказал я. — Но даже если бы она и существовала — ведь нужно еще, чтобы и моя теория оказалась справедливой!

В столовой становилось шумно, с со-

седних столиков доносилось пение слушателей академии...

Я поразился яркости моих воспоминаний. Здесь, в Монтегротто, в постели, закрыв глаза, я ясно видел за столиком справа от себя — Сергея, напротив — Ганса Л., а слева — одного австралийского коллегу, который только что подсел к нам с огромной кружкой пива. Я так же ясно видел официанток, которые разносили пиво. Все, как на подбор, крупные элегантные блондинки в одинаковых брючных костюмах.

— Они финки, — сказал Сергей. — Конгресс организован финнами, вот почему не все идет гладко...

Но я-то хорошо знал, что он заблуждается и что часть средств, выделенных Международным комитетом, отмывается именно русской мафией⁸.

Я поднялся из-за стола, дав Сергею и Гансу возможность продолжить беседу уже на русском языке; завтра нам предстояло снова встретиться. Я полюбовался Петропавловской крепостью на фоне закатного солнца и долго бродил по берегам Невы. Потом присел на скамью и глазел на прохожих. Молодые петербурженки были высокими и по большей части хорошенькими. Их очень короткие юбки выставляли на всеобщее обозрение ножки — на удивление стройные и крепкие; думаю, оттого, что им приходится часами разгуливать в «дубовой» обуви на высоких каблуках, так как автобусы в этом городе ходят редко...

Перевод с французского

**В.М.Ковальзона
и В.В.Незговоровой**

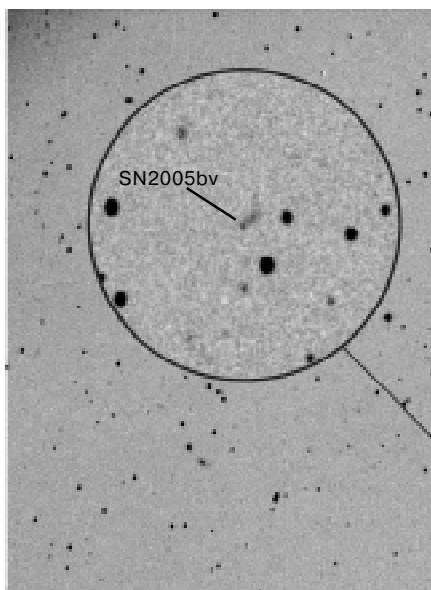
⁸ Разумеется, Сергей лукавил. Все участники конгресса были в курсе скандала, от которого пострадал и сам Жуве. Часть средств (в размере не менее ста тысяч долларов), направленная Международным комитетом по подготовке конгресса в адрес петербургских его организаторов и предназначенная для раздачи руководителям симпозиумов с целью компенсации их расходов, бесследно исчезла вместе с теми людьми, которые должны были их распределять! Однако по причинам, о которых можно только догадываться, Международный комитет предпочел его замаять...



МАСТЕР — первый робот-телескоп, созданный в России специалистами МГУ им. М.В.Ломоносова в московском объединении «Оптика». Установлен он под Москвой и по своим параметрам превосходит западные аналоги. Главная его деталь — самая крупная в мире профессиональная монолитная ПЗС-камера (16 мегапикселей), которая позволяет за одну минуту получать изображения звезд, в миллионы раз более слабых, чем те, что видны невооруженным глазом (о революции в астрономических наблюдениях см. «Химию и жизнь», 2004, № 10. — *Примеч. ред.*). Поле зрения телескопа огромно — 6 квадратных градусов. Телескоп диаметром 355 мм не только автоматически «снимает» небо, но и обрабатывает изображения, находя новые объекты, еще не занесенные в астрономические каталоги. В каждом кадре умещается более десяти тысяч звезд и множество галактик.

Большое поле зрения телескопа позволяет быстро осматривать огромные участки ночного неба и отыскивать малейшие изменения на нем. За один год МАСТЕР отснял практически все доступное небо несколько раз.

В апреле 2005 года телескоп помог открыть сверхновую, впервые на территории нынешней России. Это особенная звезда, она принадлежит к так называемому типу Ia. Изучая подобные сверхновые, несколько лет назад американские



От Москвы до самых до окраин Вселенной, или Первая сверхновая, открытая в РФ



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

астрономы заподозрили ускорение расширения Вселенной и связали его с присутствием темной энергии.

На снимке размытые объекты — далекие галактики, состоящие из миллиардов звезд. В одной из них, расположенной на расстоянии 200 млн. световых лет от Земли, и была открыта сверхновая. Это означает, что 200 млн. лет назад там погибла звезда, превратившись в нейтронную, или столкнулись два сверхплотных белых карлика.

В кружках на фотографии показано увеличенное изображение окрестности сверхновой в момент открытия и за год до него (2004 год), на котором сверхновой нет. Почти прямая линия в правом углу кадра — след от искусственного спутника Земли. На кадре около десяти астероидов — малых планет Солнечной системы. Мы отметили самый яркий из них — астероид Магеллан (в кружках два изображения, разделенных 45 минутами, — видно, что астероид сдвинулся относительно далеких звезд).

На этом кадре мы видим Вселенную в масштабах от нескольких сот километров (траектория искусственного спутника) до нескольких миллиардов световых лет (самые слабые на кадре галактики). Между ними астероиды — несколько световых минут, яркие звезды — несколько десятков световых лет, слабые звезды — тысячи световых лет, сверхновая — сотни миллионов световых лет. Особо отметим, что на этом кадре нет ни одного объекта, видимого невооруженным глазом!

Доктор
Физико-математических наук
В.М. Липунов,
МГУ им. М.В. Ломоносова,
физический факультет, астро-
номическое отделение

Наука и ученые на монетах

И.А.Леенсон

(Продолжение; начало см. № 4 за 2005 год)

Обычно юбилейные монеты, связанные с наукой, посвящены какой-либо круглой дате со дня рождения (реже — смерти) ученого. Но так бывает не всегда. Монета может быть посвящена изданию книги, научному открытию, какой-либо науке как таковой, на ней даже может быть изображен график, иллюстрирующий физический закон. Вот примеры.

1 Италия, 500 лир, 1994 год.

Монета посвящена 500-летию издания книги «Summa de Arithmetica Geometria Proportioni et Proportionalita» итальянского математика Луки Пачиоли (1445–1514). Книга посвящена изложению математических знаний конца XV века в области арифметики, алгебры и геометрии. В ней автор, в частности, указал на остающийся неразрешенным вопрос о кубических уравнениях; описал прогрессии, действия над иррациональными числами, квадратные и биквадратные уравнения, вычисления объемов тел и др. Лука Пачиоли был близко знаком с Леонардо да Винчи, под влиянием которого написал также книгу, посвященную применению геометрии и алгебры в архитектуре. В 1509 году опубликовал свой перевод на итальянский книги Евклида «Элементы».



2. Великобритания, 2 фунта, 2003 год.

Монета посвящена 50-летию открытия структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты Ф.Криком и Дж.Уотсоном. На монете надпись «ДНК — двойная спираль» и изображение двойной спирали молекулы ДНК. На рисунке



видны также комплементарные пары азотистых оснований аденин — тимин (A-T) и гуанин — цитозин (G-C), которые связывают две цепи водородными связями (в одном месте ошибочно указана пара G-G). На гурте (боковой поверхности монеты) — надпись DEOXYRIBONUCLEIC ACID. В 1962 году Ф.Крик, Дж.Уотсон и М.Уилкинс получили Нобелевскую премию по химии «за установление молекулярной структуры нуклеиновых кислот и ее роли в передаче информации в живой материи». На обратной стороне монеты по традиции помещены портрет монарха — королевы Елизаветы II и сокращенная надпись на латыни DEI GRA(TIA) REG(INA) FID(EI) DEF(ENSOR) — «Божьей милостью королева, защитница веры».

3. Сан-Марино, 200 лир, 1996 год.

Монета посвящена немецкому философу, основателю критицизма и немецкой классической философии Иммануилу Канту (1724–1804). Показаны обе стороны монеты.



4. Сан-Марино, 500 лир, 1998 год.

На монете, посвященной химии (уникальный случай в нумизматике), изображен традиционный символ химии — реторта (хотя химики уже давно ретортами не пользуются). Необычен также способ подогрева реторты открытым пламенем — наверное, с помощью невидимой зажигалки.



ШКОЛЬНЫЙ

КЛУБ

5. Сан-Марино, 500 лир, 1996 год.

Монета посвящена немецкому философу Георгу Вильгельму Фридриху Гегелю (1770–1831), создателю систематической теории диалектики, которая оказала огромное влияние на все последующее развитие философии. Обратная сторона — такая же, как у предыдущих монет.



6. Сан Марино, 1000 лир, 1998 год.

Монета посвящена геологии. Обратная сторона — та же, что и у предыдущих монет.



В нашей стране было выпущено несколько сотен юбилейных и памятных монет из различных металлов (медно-никелевый сплав, серебро разной пробы, золото, палладий, платина). Однако науке и ученым посвящена лишь малая их часть.

7. СССР, 1 рубль, 1984 год.

Монета посвящена ученому-энциклопедисту Дмитрию Ивановичу Менделееву (1834–1907). Как писал русский химик Л.А.Чугаев, Менделеев — «гениальный химик, первоклассный физик, плодотворный исследователь в области гидродинамики, метеорологии, геологии, в различных отделах химической технологии (взрывчатые вещества, нефть, учение о топливе и др.)»





ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

и других сопредельных с химией и физикой дисциплинах, глубокий знаток химической промышленности вообще, особенно русской, оригинальный мыслитель в области учения о народном хозяйстве». Менделеев известен школьникам всех стран как автор Периодического закона.

8. СССР, 1 рубль, 1984 год. Монета посвящена физике и электротехнике Александру Степановичу Попову (1859–1906), который в 1895 году на заседании Русского физико-химического общества продемонстрировал искровой приемник «беспроволочной телеграфии», а в марте 1896 года, за несколько месяцев до Маркони, организовал прием первой в мире радиогаммы на расстоянии 250 метров; азбукой Морзе были переданы два слова: «Генрих Герц». Это событие можно заодно считать и символом единения наук, ибо радиогамма передавалась из Химического института, а приемник находился в физическом кабинете Петербургского университета.



9. СССР, 1 рубль, 1986 год. Монета посвящена Михаилу Васильевичу Ломоносову, который, по словам Пушкина, «был нашим первым университетом». Его исследования относятся к математике, физике (в 1741–1745 — адъюнкт Физического класса Петербургской АН), химии (с 1745 — профессор химии Петербургской АН), астрономии, минералогии, почвоведению, металлорведе-



нию. М.В.Ломоносов — автор трудов по истории, экономике, филологии, грамматике.

10. СССР, 1 рубль, 1987 год. Монета посвящена математике, изобретателю, теоретику космонавтики Константину Эдуардовичу Циолковскому (1857–1935), который в 1883 году приступил к разработке теории реактивного движения, чем заложил основы ракетостроения и будущих космических полетов. В 1905 году им был предложен проект реактивного двигателя.



11. СССР, 1 рубль, 1991 год. Монета посвящена физике Петру Николаевичу Лебедеву (1866–1912), создателю первой научной школы физиков в России. В 1899 году он разработал чувствительный прибор для изучения давления света. Эти опыты подтвердили правильность теории Максвелла и принесли ученому всемирную славу. На монете изображена формула для расчета давления света p , в которой $h\nu/c$ — импульс фотона, N — число фотонов, r — коэффициент отражения света препятствием.



12. Россия, 1 рубль, 1992 год. Монета посвящена математике Николаю Ивановичу Лобачевскому (1792–1856), создателю неевклидовой геометрии, ректору Казанского университета (1827–1846).



13. Россия, 1 рубль, 1993 год. Монета посвящена биологу Клименту Аркадьевичу Тимирязеву (1843–1920), основоположнику отечественной школы в физиологии растений, талантливому популяризатору науки. Основные труды направлены на изучение процессов фотосинтеза растениями, в которых он доказал максимальную активность красной спектральной области.



14. Россия, 1 рубль, 1993 год. Монета посвящена естествоиспытателю Владимиру Ивановичу Вернадскому (1863–1945). Деятельность Вернадского была весьма разносторонней: он описал строение силикатов и алюмосиликатов, организовал поиск радиоактивных минералов и был директором Радиевого института, участвовал в создании Украинской академии наук, опубликовал труды по истории и философии науки, разработал учение о ноосфере. Мировую известность принесли ему монографии «Геохимия» и «Биосфера».



15. Россия, 2 рубля, 1997 год. Монета посвящена основоположнику современной аэродинамики Николаю Егоровичу Жуковскому (1847–1921). Разработал теорию гидравлического удара, вывел носящую его имя формулу для определения подъемной силы крыла и рассчитал оптимальные профили крыла самолета. Жуковский — один из создателей Центрального аэрогидродинамического института — ЦАГИ.



16. Россия, 2 рубля, 1999 год. Две монеты посвящены физиологу Ивану Петровичу Павлову (1849–1936), исследователю физиологии пищеварения и процессов высшей нервной деятельности. Павлов ввел в науку понятия условных и безусловных рефлексов, второй сигнальной системы. Первым из российских ученых получил Нобелевскую премию (1904 год). На одной монете изображены также «собака Павлова», его академическая шапочка, мантия и книги, внизу — символ медицины: змея, обвивающая вазу. На другой монете — изображение фрагмента картины М.В.Нестерова «И.П.Павлов», а также лабораторного корпуса «Башня молчания».



17. Россия, 2 рубля, 2000 год. Монета посвящена математике Софье Васильевне Ковалевской (1850–

1891), первой женщине — члену-корреспонденту Петербургской академии наук, профессору математики Стокгольмского университета, писательнице и публицисту. Труды посвящены задаче о вращении твердого тела (премия Парижской академии наук, 1888), теории дифференциальных уравнений, вошедшей во все учебники по математическому анализу. На монете изображены лист рукописи с математическими вычислениями, циркуль, угольник и планета Сатурн.



18. Россия, 2 рубля, 2001 год. Монета посвящена лингвисту, писателю и врачу Владимиру Ивановичу Далю (1801–1872), автору «Толкового словаря живого великорусского языка», который до сих пор не потерял своего значения и регулярно переиздается.



19. Россия, 2 рубля, 2003 год. Монета посвящена физику Игорю Васильевичу Курчатову (1908–1961),



руководителю работ по созданию первого отечественного циклотрона (1939), первого в Европе ядерного реактора (1946), первой отечественной атомной (1949) и водородной (1953) бомбы, первой атомной электростанции в Обнинске (1954).

Множество монет, посвященных науке и ученым, было выпущено в ГДР за годы ее существования (1949–1990); на этих монетах имена Вильгельма и Александра Гумбольдтов, Лейбница, Коха, Герца, Рентгена, Кеплера, Лилленталя, Канта, Рейса, Гаусса, Герике, Либиха, Эйнштейна, Аббе, Гегеля, Планка, Брема... Вот некоторые из этих монет.

20. ГДР, 5 марок, 1968 год. Монета посвящена немецкому биологу Роберту Коху (1843–1910), одному из создателей микробиологии, открывшему возбудителей туберкулеза («палочка Коха»), холеры, сибирской язвы. Коху посвящена и монета ФРГ (см. часть 1).



21. ГДР, 5 марок, 1974 год. Монета посвящена немецкому физику Филиппу Рейсу (1834–1874), который в начале 60-х годов изобрел первый телефонный аппарат (он изображен на монете). Однако издаваемый немецким физиком И.Х.Поггендорфом журнал «Анналы физики и химии», куда Рейс послал описание своего прибора, отказался его публиковать, поскольку в то время передача звуков по проводам считалась немыслимой. В результате изобретатель прекратил все работы в этом направлении.



22. ГДР, 20 марок, 1977 год. Монета посвящена немецкому математику Карлу Фридриху Гауссу. Ему же посвящена монета ФРГ (см. часть 1), но если на западногерманской монете помещен портрет ученого, то на восточногерманской — «гауссиана», кривая для нормального распределения вероятности, на которой указаны среднее значение, среднеквадратичные отклонения от него и интегральная кривая.



23. ГДР, 10 марок, 1978 год.

Монета посвящена немецкому химику Юстусу Либиху (1803–1873). Ему принадлежат некоторые важные открытия в химии, среди них — явление изомерии (совместно с Вёлером). Либих впервые синтезировал многие органические соединения, создал теорию многоосновных кислот, заложил основы агрохимии и предложил теорию минерального питания растений, разработал ряд количественных методов анализа и сконструировал для них оригинальные приборы, основал химический журнал, который с 1784 года носит его имя (Liebig's Annalen der Chemie).



24. ГДР, 10 марок, 1981 год.

Монета посвящена Альберту Эйнштейну. ООН объявила 2005 год — годом физики, поскольку в этом году исполнилось 100 лет трем важнейшим публикациям Эйнштейна — по фотоэлектрическому эффекту (за нее он в 1921 году получил Нобелевскую премию), по теории броуновского движения и по теории относительности.



25. ГДР, 10 марок, 1985 год.

Университет им. А. и В. Гумбольдтов в Берлине. Вильгельм Гумбольдт (1767–1835) — немецкий языковед и философ, один из основоположников сравнительно-исторического метода изучения языков. О его брате — естествоиспытателе и путешественнике Александре Гумбольдте (1769–1859) можно прочитать в статье «Великий непоседа» («Химия и жизнь», 2002, № 7).



Тайны чайных пакетиков



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ



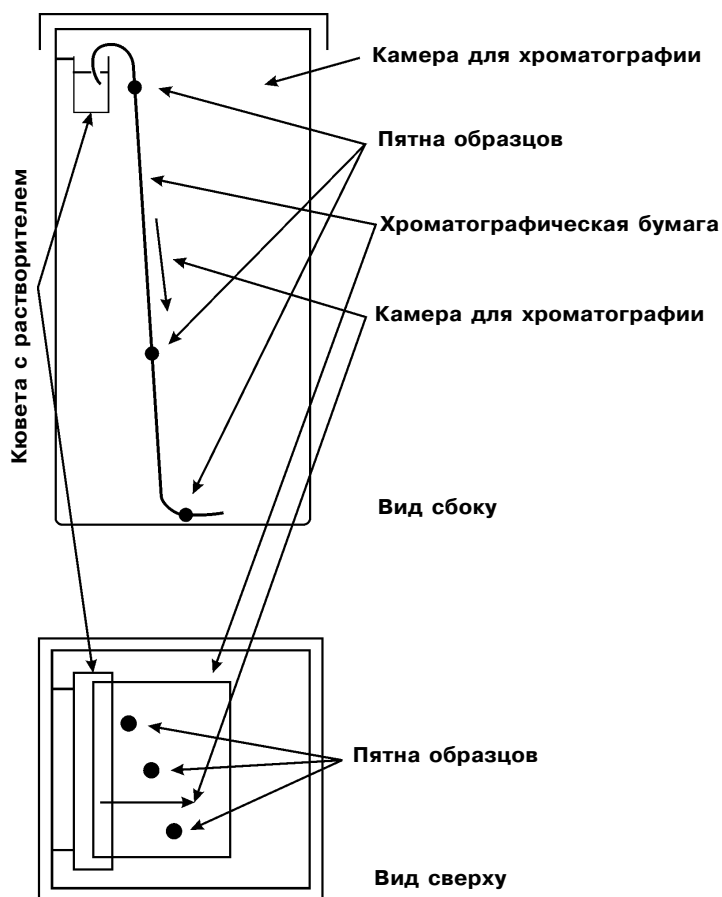
Почему около нитки, приделанной к чайному пакету и свисающей из чашки, иногда образуется лужица?

Чайные пакетики пришли к нам вместе с компьютерами. Чашка, пакетик, кипятилок — чай и никаких чайноков. Фирмы-производители предлагают разноцветные коробочки с пакетиками, а у пакетиков, как правило, наличествуют веревочки и ярлычки. Потребителю ярлычки нужны, чтобы веревочки не утонули вместе с пакетиками, а для фирм это реклама, возможность напомнить о себе. Чай в пакетиках не всегда бывает высокого качества, дешевые сорта — это чайная пыль, отходы производства, и получается из них не чай, а, как когда-то говорили, «веник». Чай нередко ароматизируют, чтобы придать напитку запах обычных или экзотических фруктов, ягод и цветов.

Если вы пользуетесь пакетиками с веревочками, то могли заметить, что иногда возле полной чашки, в которой заваривается чай, появляется небольшая лужица. Чаще всего — если ярлычок лежит на столе, а нитка прижата снаружи к чашке по всей длине. Особенно быстро лужица образуется, если нитка оказалась намоченной. Это свойство чайных пакетиков исключительно неприятно тогда, когда чашка стоит на скатерти. Чтобы этого не происходило, достаточно поставить чашку на блюдце или конец нитки с ярлычком опустить в пустую чашку. Что гонит чай по ниточке, заставляя его сначала подниматься вверх, к краю чашки, а потом спускаться на стол? Конечно же, капиллярные силы.

Такое поведение десятки лет используется в так

называемой нисходящей бумажной хроматографии. Полоска специальной бумаги с нанесенными на ней пятнами образцов погружается одним краем в заполненную растворителем кювету, закрепленную в верхней части хроматографической камеры. Свисающий конец бумаги касается дна камеры. Чтобы растворитель преодолевал подъем до края кюветы, после чего постепенно спускается до дна камеры, увлекая за собой пятна образцов. Со временем часть растворителя оказывается на дне камеры. Заварка чая в пакетиках и перетекание чая на стол повторяют в микромасштабе нисходящую бумажную хроматографию. Химию — в жизнь!



Доктор химических наук
М.Ю.Корнилов



Фото И. Поспелова



Фото И. Карякина

Порождения ночи

Эти птицы издавна привлекали к себе внимание человека. В них есть что-то завораживающее: бесшумный полет, огромные глаза, ночной образ жизни, пугающий голос.

Множество легенд и поверий связано с совами. У некоторых народов это символ потустороннего мира, смерти. Так воспринимали сову, например, кельты и китайцы. У ацтеков она символизировала некое ночное демоническое существо, ее появление считалось злым предзнаменованием. На Руси верили: если сова ночью ударится в окно, то скоро дом сгорит или хозяин его умрет. Обыкновенная неясыть в Норвегии была вестником смерти. Ее крик отдаленно напоминает норвежские слова «оденся в белое», то есть в саван. В Средней Азии и Казахстане перья с груди и живота филина ценились как талисман, охраняющий детей и скотину от дурного глаза.

Вместе с тем в культуре древних греков сова — символ мудрости. Она сопровождала Афины (у римлян — Минерву). Как птица ночная, сова олицетворяет то время суток, когда мы в тишине можем подумать о жизни, сосредоточиться и привести в порядок свои мысли.

Художники всегда были неравнодушны к совам. Всем известны изображения Афины Паллады с сычом на серебряных монетах, которые чеканили в Афинах. Род сычей и назвали Athene в честь этого города (Athens). Вообще, сов в Афинах было так много, что возникла поговорка «везти сову в Афины» — по смыслу то же, что «ехать в Тулу со своим самоваром».

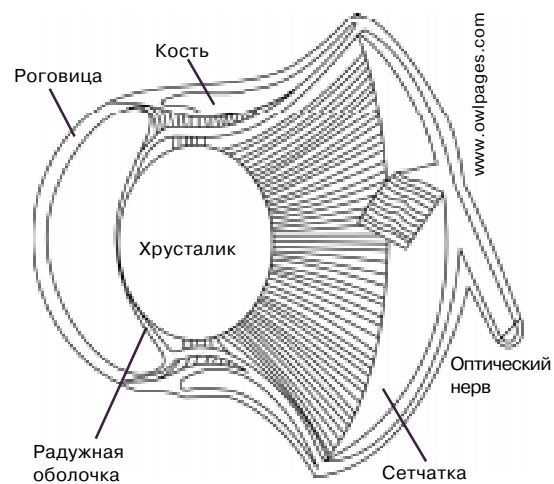
И в наше время интерес к совам не уменьшается. Мы можем видеть их и на современных монетах, на почтовых марках, эмблемах и заставках телепередатчиков. Все помнят филина и хрустальную сову из передачи «Что? Где? Когда?». Придя в любой сувенирный магазин, вы обязательно найдете изображения совы. Есть частные коллекции предметов, полностью посвященные этим птицам. Некоторые люди даже держат их дома, но дело это сложное и требует немало опыта. Если его нет, лучше сову не заводить, только погубите птицу.

Каким же образом совы стали «порождением ночи»? Оказывается, их предки вели дневной образ жизни. Питались крупными насекомыми, но не исключено, что были всеядными или поедали падаль. В отличие от дневных хищных птиц совы избрали другой способ охоты. Главным для них стало не преследование добычи, а нападение из засады, подкарауливание. А подкараулить и незаметно броситься на жертву куда проще ночью, нежели ясным днем. Да и основная добыча сов, мелкие грызуны, активна именно в темноте.

В процессе длительной эволюции совы прекрасно приспособились к ночному образу жизни. Несколько особенностей позволяют им успешно жить во мраке. Глаза у сов большие, кажутся круглыми, но это только на первый взгляд. На самом деле глаз совы имеет телескопическую форму. Это расширенный сзади цилиндр, а хрусталик зажат в роговой трубке (см. рис).

Чем не телеобъектив! Огромный зрачок улавливает и самое ничтожное количество света. Обыкновенная неясыть видит освещенную свечой мышь на расстоянии 800 метров! Ушастая сова видит похуже, всего с 650 м. Но не все их родственницы такие зоркие. Зрение полярной и ястребиной сов гораздо слабее, последняя в темные безлунные ночи почти не охотится и малоактивна.

Мнение о том, что совы не видят днем, неверно. Видят, и не хуже, чем ночью. Зрачок совы может сильно сокращаться и тонко регулирует количество света, попадающее на сетчатку. Филин прекрасно замечает дневного хищника или ворону, даже если смотрит против солнца. А вот цвета совы распознают плохо, гораздо лучше они умеют различать перепады яркости.



www.owlpages.com



Фото И. Карякина

Птенцы филина



Фото И. Карякина

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Вместе с тем совы дальноворки и близко расположенные предметы практически не видят. Об этом говорит хотя бы тот факт, что, когда сова подносит пищу ко рту, она закрывает глаза. Вокруг ее клюва расположены многочисленные щетинки, которыми птица ощупывает добычу, и, убедившись, что жертва мертва, поедает ее.

Глаза сов направлены вперед и занимают весь объем глазницы. Для мышц места практически не остается, и двигать глазами они не могут. Поэтому сове необходимо повернуть голову, чтобы посмотреть в сторону. Зато голова у нее очень подвижна. Вокруг вертикальной оси — на 270 градусов, а вокруг горизонтальной — на 180. Если медленно обходить сову, она будет следить за вами взглядом. А когда шея дойдет до предела, птица резко повернет голову обратно и продолжит наблюдение уже с другой стороны.

Кроме зрения у сов прекрасно развит слух, иначе при охоте в темные безлунные ночи они оставались бы голодными. Несколько раз в природе находили сов, полностью или частично потерявших зрение. Птицы были вполне упитанны и проблем с добыванием пищи не испытывали. Очевидно, свою добычу они находили по звуку. Сипуха на слух определяет местоположение жертвы с точностью до одного градуса. Ушастые совы успешно ловят полевок под полуметровым снежным покровом. Бородатая и длиннохвостая неясыти тоже охотятся подобным образом. Ясно, что зрение тут ничем помочь не может.

Такая чувствительность сов к слабым звукам связана с особым устройством слухового аппарата. Барабанная перепонка у них увеличена, и давление звуковой волны усиливается в сорок раз, тогда как у человека — только в восемнадцать. Особые складки кожи, играющие роль ушных раковин, очень велики и почти смыкаются сверху и снизу головы. Вместе с перьями, концентрически растущими вокруг клюва, они образуют так называемый лицевой диск. Кроме того, асимметрично расположенные слуховые отверстия позволяют точно определять направление на источник звуков высоких частот. Некоторые особенности строения слуховых центров головного мозга также обеспечивают высокую остроту слуха.

Еще одно удивительное свойство сов, характерное, впрочем, не для всех видов, — бесшумный полет. Он позволяет им незаметно приблизиться к жертве. Секрет такого полета кроется в особом строении пера. Контурное

оперение мягкое, а по краю наружных опахал бородки не сцеплены и образуют бахрому, которая гасит свист расходящегося воздуха. Особый изгиб опахал устраняет звуки, возникающие при трении перьев друг о друга. Поэтому даже такая крупная сова, как филин, летает абсолютно бесшумно. Один рыбак рассказывал, что ночью филин принял его за добычу, но уже в метре от головы человека понял свою оплошность и круто взмыл вверх. Рыболов ощутил только движение воздуха, вызванное взмахами крыльев. И ни малейшего шороха в тихую летнюю ночь, когда голоса тех же сов слышны за многие километры! Интересно, что рыбные совы имеют жесткое оперение и их полет слышен издали. Оно и понятно: в охоте за рыбой бесшумность полета роли не играет. То же характерно и для видов, охотящихся полярным днем или преследующих добычу в воздухе: полярной, ястребиной и иглоногой сов.



www.owlpages.com

Филин

Все описанные выше свойства позволяют совам успешно охотиться. А много ли им надо еды? В общем, не много. Совы — птицы прожорливые. В желудке филина были найдены остатки сорока полевок и мышей! Сипуха, а весит она всего 300–350 г, может съесть за ночь 15 мышей. Некоторые совы, преимущественно мелкие, такие, как воробьиный сычик, осенью делают запасы провизии. В одном дупле, где сычик устроил склад, нашли 81 рыжую полевку, три обыкновенные полевки и две бурозубки. Вес всей до-



фото В. Мельникова

Болотная сова

бычи был 1396 г! По сравнению с другими птицами совы могут довольно долго голодать. Одна полярная сова прожила без пищи 24 дня. Вместе с тем совы не могут съесть сразу много пищи, ведь у них нет зоба. Именно поэтому они или делают запасы, или, если добыча крупная, несколько раз возвращаются к ней, пока не съедят полностью. В отличие от дневных хищных птиц, совы не ощипывают добычу и не стараются выедать мышцы, а предпочитают глотать ее целиком. Вероятно, причина в том, что совы очень плохо видят вблизи.

Возможно, что, глотая добычу целиком, они получают некоторые вещества, содержащиеся в полупереваренной пище жертвы. А это чаще всего растительные остатки. В отличие от дневных хищных птиц у сов развита слепая кишка — это характерно для растительноядных птиц. Вероятно, такая анатомическая особенность досталась им от далеких предков.

Если добыча поедается целиком, в желудок попадает много лишнего: кости, перья, шерсть. Все это потом отрыгивается в виде погадок, а орнитологи имеют возможность изучать питание птиц, не причиняя им вреда. В Молдавии известны места, где погадки филина скапливались в течение двухсот лет! Найдены даже ископаемые погадки. Послойно разбирая такие залежи, можно узнать, чем питались совы в далеком прошлом, а значит, мы получим сведения о распространении мелких млекопитающих и птиц в далекие времена. Так было установлено, что за двести лет кормовая база филина сильно расширилась. К настоящему времени в его рационе возросла доля серой крысы. А всего в погад-



фото Л. Новиковой

Птенец Мохноногого сыча

ках были найдены остатки 22 видов млекопитающих, 15 видов птиц и несколько видов амфибий и рептилий. Бывали случаи, когда только по погадкам удавалось установить присутствие в данной местности некоторых видов мелких млекопитающих. Вот такая польза для науки от этой некрасивой, с точки зрения небиолога, поведенческой особенности.

Иногда некоторые совиные особи употребляют нетипичные виды корма. Известен случай, когда сова охотилась на дождевых червей. А в неволе одна сплюшка охотно ела различные фрукты.

Совы, почти как кошки, гуляют сами по себе. Но, в отличие от кошек, это создания семейные. Семьи поселяются порознь и друг с другом в контакты не вступают. Только недостаток мест для гнездования может заставить их расположиться рядом. Мелкие совы — более компанейские. В некоторых селах может обитать до двенадцати пар домовых сычей. Совы — заботливые родители. Многие яростно защищают кладки и птенцов. Они не боятся даже человека. Скорее тигр оставит врагу свой выводок, чем сова. Особенно агрессивны в гнездовое время неясыти. К гнезду бородатой неясыти тогда лучше не подходить. Птицы не кричат, не принимают угрожающих поз. Они внезапно и смело атакуют пришельца, с разгона нанося сильные удары мощными когтями. К дереву с гнездом неясыти стараются не приближаться даже медведи! Мелкие совы, конечно, не настолько агрессивны, но на яйцах сидят очень плотно. Сплюшку в это время можно спокойно взять в руки.

Как и у других птиц, весной у сов наступает брачная пора. Странно слышать о совах, что они токуют, но это именно так. Правда, токование их не похоже на то, что мы обычно под этим подразумеваем. Самцы просто издают характерные для вида звуки (филины, например, ухают), а самки отвечают им. При этом весной самцам вовсе не нужно привлекать партнершу на гнездовой участок, ведь пары у сов образуются задолго до весны и на много лет. Смысл токования — согла-



www.owlpages.com

Виргинский филин

совать подготовку к спариванию. Многие виды в это время поют дуэтом, так что крик самца и самки чередуется. Для ухаживания и образования пар у сов есть осеннее токование.

Но вот наступает время обзаводиться потомством. Строить гнездо? Ан нет, совы редко строят гнезда. Как правило, они занимают чужие. Дуплогнездники обычно даже подстилку в дупло не приносят, так и несутся прямо на гнилушки. Только те виды, которые гнездятся на земле или в норах, сооружают что-то похожее на гнездо. Так поступает болотная сова. Правда, ее сооружение изнашивается уже к концу насиживания, а появившиеся птенцы доламывают его окончательно. Земляная сова, если не найдет подходящих нор грызунов, роет их сама. Потом птицы приносят в гнездо для выстилки сухие травинки, дерн.

Наши совы приступают к откладке яиц очень рано. Уже в конце марта — начале апреля в гнездах неясытей появляются яйца. Еще лежит снег, и грызуны прячутся под ним в земляных ходах. К моменту появления птенцов снег стаивает, а трава еще не успевает вырасти, что заметно облегчает птицам охоту. Насекомоядные совы размножаются гораздо позже. В трудные годы совы часто вообще не откладывают яиц. В кладке мелких видов сов может быть от пяти до семи яиц. Филин откладывает три-четыре яйца. А похожий на него по размерам рыбный филин ограничивается, как правило, двумя.

Яйца сов почти шарообразные, обычно белого цвета, только у полярной совы они слегка охристые. К насиживанию родители приступают сразу же после того, как снесено первое яйцо. Птенцы появляются на свет не одновременно, разница между старшим и младшим может достигать девяти

дней. Если сова несет по одному яйцу в сутки, то и птенцы появляются с таким же интервалом. Часто можно наблюдать такую картину: в гнезде один птенец еще только вылупляется, а рядом уже сидят пуховичок и оперяющийся соенок.

Совята развиваются по птенцовому типу, то есть не сразу встают на ноги и следуют за родителями. После вылупления совенки хоть и покрыты пухом, но очень слаб. Если его потревожить, он может только поднять голову, да и то с трудом. Родители кормят птенцов не поочередно, а сначала того птенца, который более силен и ловок. Когда он насытится, очередь переходит к другим. Поэтому в годы, бедные кормом, не все птенцы получают пищу, и иногда от голода гибнет половина выводка.

Вообще совята, пожалуй, — самые занятные среди птенцов. Когда их что-то интересует, они крутят головой, кланяются, приседают и поворачиваются. Перья лицевого диска при этом движутся, что создает впечатление мимики. Так они учатся локации. Дело в том, что лицевой диск лучше развит у сов с острым слухом: он собирает звук. Меняя положение перьев, наклон и поворот головы, совы точно определяют, откуда до них доносятся звуки.

Но вот совята подрастают и покидают гнездо. Происходит это довольно рано. Поэтому, увидев в лесу совенку, который сидит на ветке, не думайте, что он выпал из гнезда. Свое гнездо он уже покинул. Родители довольно долго их кормят и оберегают. В случае опасности совы издают особый крик, услышав который птенцы загибаются и даже закрывают глаза, чтобы не выдавал их блеск. Если такого птенца взять в руки, он остается неподвижным и находится как бы в трансе. Однако птенцы сычей ведут себя совершенно иначе. Они щелкают клювом и отчаянно защищаются когтями. Но к человеку привыкают довольно быстро и вскоре берут корм из рук.

Хорошо ли себя чувствуют совы в окружении человека? В принципе, многие их виды не прочь стать синантропными. Вблизи жилища человека легче найти пищу зимой. Все бы хорошо, но судьба сов сильнее зависит не от их отношения к людям, а от отношения человека к ним. Большой вред наносит совам непродуманное применение ядохимикатов. Съев отравленного зверька, птица получает не только тот яд, который перешел в ткани жертвы, но и тот, который попал в желудок добычи, ведь она глотается целиком. По этой причине сократилось количество сипух в Англии. У нас в восьмидесяти годах XIX века филин в Подмосковье был обычной птицей, а сейчас этот вид

Сипуха



www.owlpages.com



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

практически уничтожен. Роковую роль в этом сыграла пропаганда уничтожения хищных птиц, в которых видели вредителей охотничьего хозяйства. И хотя из сов к вредителям причисляли только филина, вместо него часто уничтожали его соплеменников. К счастью, такие воззрения на природу отошли в прошлое и сов сейчас охраняют. О предвзятом отношении к филину в прошлом можно судить по таким фактам. В 1866 году вышла книга зоолога и ботаника Э.А.Эверсмана. Ученый отмечал, что эта птица питается зайцами, разными грызунами, молодыми северными оленями и дикими козами. Наверное, иногда филину удается добыть молодого ослабленного оленя или козу, но случается это все же чрезвычайно редко. В другой книге читаем, что пища филина — зайцы, кролики, глухари, тетерева, рябчики, куропатки, утки, гуси, дневные хищные птицы, вороны, совы, мыши и крысы. Этот длинный список начинается не с мышей и крыс — самой обычной пищи, а с животных, представляющих интерес для человека.

Вторая причина сокращения численности сов в том, что многие их виды — дуплогнезники. А в результате санитарных и других рубок леса омолодились, дуплистых деревьев стало мало, и птицам просто негде найти место для гнездования. В связи с этим во многих странах Европы, например в Швеции и Германии, специально для сов развешивают дуплянки. Дуплянки для мелких видов оборудуют специальными козырьками, которые мешают куницам проникать внутрь и разорять гнезда.

Есть и такие совы, которые неплохо чувствуют себя в соседстве с человеком. Ушастых сов можно встретить в таких крупных городах, как Москва. Особенно заметны эти птицы во время осенних кочевков. Иногда встречаются стаи в несколько десятков особей. Многие птицы в городах и зимуют.

Совы-сипухи часто поселяются в высоких старых зданиях: на колокольнях, в укромных нишах заброшенных строений, под крышами хозяйственных построек. Их можно заметить ночью, когда они пролетают в свете фонарей. Однако в России эти птицы встречаются только на западе Калининградской области и в бассейне Черного моря. А вот в Западной Европе они живут чуть ли не в каждом городе и по праву называются городскими совами. Сипухи, пожалуй, самые ночные из всех сов. На охоту вылетают, только когда наступает полная темнота. Может быть, поэтому они не продвинулись далеко на север, где ночи светлые. Однако уличное освещение их несколько не смущает.

В сельской местности тоже можно увидеть сов. Домовые сычи поселяются в недействующих дымоходах, кучах хвороста, которым на юге укрывают могилы, под крышами зданий. Эти птицы неоднократно гнездились на здании химического факультета МГУ и даже на чердаке гостиницы, куда они могли пролететь только через веранду, где постоянно находились люди.

Весьма часто в старых парках, заброшенных садах, зарослях кустарников поселяются мелкие совки-сплюшки. Это их мелодичный посвист «сплюю-сплюю» непрерывно сообщает нам о том, что они где-то поблизости.

Несмотря на то что совы неплохо уживаются с человеком, многие их виды нуждаются в охране. И чтобы совиные голоса продолжали звучать во мраке ночи, давайте беречь этих красивых и загадочных птиц.

**Редакция благодарит
Союз охраны птиц России
за предоставленные
фотографии**



Разные разности

Выпуск подготовили

О. Баклицкая,
М. Егорова,
Е. Сутоцкая

Китайские археологи роют землю с необычайным старанием. Недавно к своим многочисленным находкам они добавили еще одну — древнейшую обсерваторию. Это сооружение, которому почти 4100 лет, нашли на севере Китая — недалеко от города Линьфен, в провинции Шаньси. Оно представляет собой полукруглую платформу диаметром 40 метров, вдоль края которой установлены 13 столбов. Скорее всего, с их помощью отслеживали годовое движение Солнца. Считается, что китайские астрономы одними из первых начали вести наблюдения за небесными телами.

По мнению ученых из Китайской академии наук, древние жители страны с большим вниманием относились к восходу и заходу светила. Они тщательно отмечали, где в промежутках между столбами оно показывается из-за горизонта или садится в разные сезоны. Чтобы проверить это предположение, астрономы проработали в старинной обсерватории полтора года.

Выяснилось, что полученные данные позволяют рассчитать смену времен года с точностью, лишь на один-два дня уступающей традиционному китайскому календарю, который до сих пор в ходу.

Впрочем, исследователи полагают, что это сооружение использовали не только в астрономических, но и в ритуальных целях: там совершали жертвоприношения. Китайские источники умалчивают, на основании каких находок были сделаны такие выводы.

«BBC News», 2005



В химическом и фармацевтическом производстве многие реакции проводят в органической фазе. Традиционные растворители, метанол и ацетонитрил, токсичны, огнеопасны и легко испаряются, поэтому работать с ними трудно и неприятно. Попадая в атмосферу, они наносят вред окружающей среде и человеку. Пытаясь заменить их, ученые создали ионные соединения, жидкие при комнатной температуре. Они успешно растворяют многие вещества, почти не испаряются и не воспламеняются.

Считалось, что такие вещества не представляют никакой опасности для живой природы, но сотрудники Пизанского университета, протестировав множество соединений из этой группы, доказали, что это не так. Вещества добавляли в аквариум, где плавали десять рыбок под названием полосатый данио, *Danio rerio*. Особенно вредными оказались соли аммония с длинными углеводными цепочками. Шести миллиграммов таких соединений на литр воды оказалось достаточно, чтобы за четыре дня погибли все обитатели аквариума. Вскрытие показало отек жабр, так что рыбки, видимо, задохнулись. К счастью, подобные растворители применяются не слишком широко, но смертельная доза для рыб у них существенно меньше, чем у традиционных.

Такие тесты проведены на живых организмах впервые. С момента создания ионных жидкостей этим почему-то никто не занимался. Вероятно, их токсичность напрямую зависит от длины углеводных цепочек.

«News@nature.com», 2005



Когда мышатам холодно, они жалобно пищат. Их призыв хорошо слышит мама-мышь, но не улавливает ухо человека. Мыши-самцы тоже способны издавать ультразвук — в присутствии потенциальных партнерш или когда улавливают их феромоны.

До недавнего времени никто не пробовал оценить эти звуки как музыкальное произведение. С помощью компьютерной программы Т.Холи и Ж.Гуо из Медицинской школы Вашингтонского университета в Сент-Луисе изменили тон мышиного писка так, чтобы его различало человеческое ухо. Прослушав запись, они с удивлением обнаружили, что звуки грызунов похожи на пение птиц.

Затем ученые разрежали запись на кусочки длиной в миллисекунду, измерили высоту звука на каждом и сравнили их между собой. Кроме того, учитывались интервалы между голосовыми сигналами. Оказалось, что высокий мышиный писк очень похож на песню: определенные пары нот регулярно повторяются. Холи сравнивает мышиные серенады с теми нехитрыми мотивами, что исполняют пенци.

Следующий шаг — попытаться сравнить писк диких и лабораторных грызунов и выяснить, учатся мыши пению или нет. Если они перенимают друг у друга вокальное мастерство, их можно будет включить в клуб избранных, куда входят только люди, киты и птицы.

У зверьков, принявших участие в эксперименте, были явно выраженные музыкальные предпочтения. Холи считает, что это лучшее доказательство обучения певческому навыку.

«News@nature.com», 2005



Исследователи уже давно убедились, что медитация благотворно влияет на мозг и улучшает мышление. Ее воздействие сказывается не только сразу, но и спустя много лет после прекращения занятий. Как правило, ученые работали с буддистскими монахами, в жизни которых медитация занимает очень важное место.

Сотрудники Массачусетской Свободной больницы обратились к американцам и жителям Западной Европы, практикующим медитацию. Двадцать добровольцев посвятили ей в среднем девять лет, по шесть часов в неделю (около 40 минут в день). В контрольную группу вошли 15 человек, никогда медитацией не занимавшиеся.

Авторы работы использовали стандартную технику магнитного резонанса, чтобы тщательно изучить и сравнить мозг участников эксперимента. Оказалось, что у регулярно медитирующих определенные области коры головного мозга толще. В их числе, например, участок, где эмоциональная информация объединяется с познавательной. Различия ярче выражены у людей старшего возраста, следовательно, медитация предотвращает возрастное утончение коры головного мозга. У тех, кто практикует медитацию, также больше серого вещества.

Большинство областей, выявленных в процессе исследования, отвечают за сенсорное, звуковое, зрительное восприятие, а также ощущение внутренних процессов, например частоты сердечного ритма или дыхания. Все они находятся в правом полушарии, которое играет ключевую роль в поддержании внимания — напомним, что сосредоточению на предмете отводится важная роль в медитации.

«EurekAlert!», 2005;
«NeuroReport», 15 ноября



Летающие в воздухе жидкие или твердые частицы, которые образуют аэрозоли, совсем не безобидны. Их источники — лесные пожары, извержения вулканов, морской ветер, города, луга и леса. Они поднимают в воздух частицы дыма и пепла, морскую соль, пыль, микроорганизмы, продукты сжигания топлива, пыльцу. Концентрация, состав и размер частиц атмосферных аэрозолей изменяются в зависимости от места и времени. Кроме главных компонентов в их состав входят десятки и сотни менее заметных, определить которые не так-то просто.

Ни у кого уже не вызывает сомнений, что подобные частицы, когда их много, оказывают влияние на климат. А медиков интересует, как связаны между собой аллергия и состав воздуха. Самые опасные для аллергиков аэрозоли — те, что содержат белки. Обычно это пыльца растений, например березы. Над городом содержание таких частиц может достигать пяти процентов. У.Пешл из Института химии М.Планка в Майнце (Германия) сообщает, что в городском воздухе, загрязненном оксидами азота и озоном, белки нитруются — к ним присоединяется нитрогруппы. А химически измененные белки усиливают иммунные реакции.

Вот почему появились опасения, что современные устройства для очистки автомобильных выхлопов, от которых ожидают только пользу, принесут немало вреда. Ведь они задерживают частички копоти, но выбрасывают больше оксидов азота. Впрочем, здесь еще многое предстоит выяснить.

www.physorg.com, 2005



Студенты Техасского университета получили первые в мире фотографии, для которых светочувствительным слоем послужили бактерии. Они работали с колонией кишечной палочки *E.coli*. Эти микробы живут в кишечнике, где темно, и поэтому не реагируют на свет. Авторы работы встроили в клеточную мембрану бактерии светочувствительный белок фотосинтезирующей синезеленой водоросли. Затем кишечные палочки поместили в чашку Петри на агар и направили на них световой проектор, разработанный и сконструированный одним из участников исследования.

Бактерии, на которые падал свет, не производили пигмент и оставались светлыми, а те, что располагались в затененных частях чашки, вырабатывали его и становились темными. Микробов освещали 12–15 часов, за это время они успели вырасти и заполнить всю поверхность агара. После этого световой проектор удалили, и глазам наблюдателей предстала живая фотография. Студентам удалось сделать живые снимки себя, своих наставников, башен Техасского университета и самих бактерий. Изображения были не очень резкими, так что люди походили на привидения.

Ученые считают, что изобретенная студентами технология может найти применение в разных областях, например, при выращивании тканей, для которых важна реакция на свет, и создании медицинских приборов.

Пресс-релиз
University of Texas, 2005



Известно, что натяжение кожи и сухожилий изменяет восприятие человеком размера и формы его тела. Легкая вибрация мышцы-разгибателя неподвижного запястья, например, создает впечатление, что оно сгибается (так называемая иллюзия Пинноккио). Если при этом положить ладони на талию, создается впечатление, что она неожиданно стала совсем тонкой.

Этим наблюдением воспользовались исследователи из Университетского колледжа в Лондоне, чтобы установить, какой отдел головного мозга отвечает за восприятие тела. Они пригласили добровольцев, согласившихся предоставить свой мозг для сканирования на магнитно-резонансном томографе. Участникам эксперимента стимулировали запястное сухожилие, когда обе ладони лежали на талии, и они признали, что почувствовали ее уменьшение в объёме почти на четверть. При этом мышцы руки оставались неподвижными.

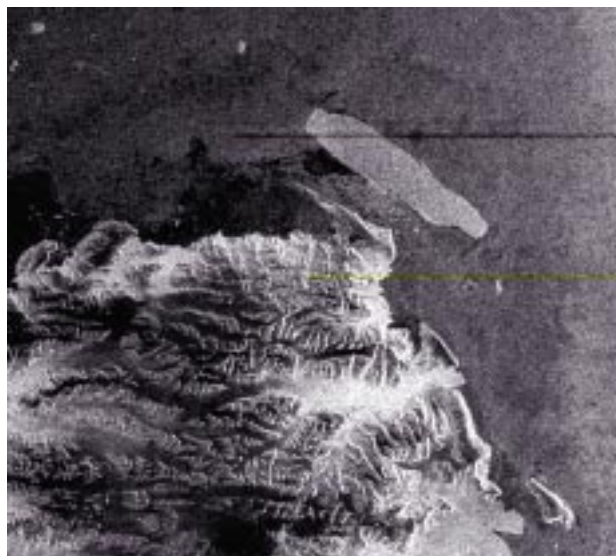
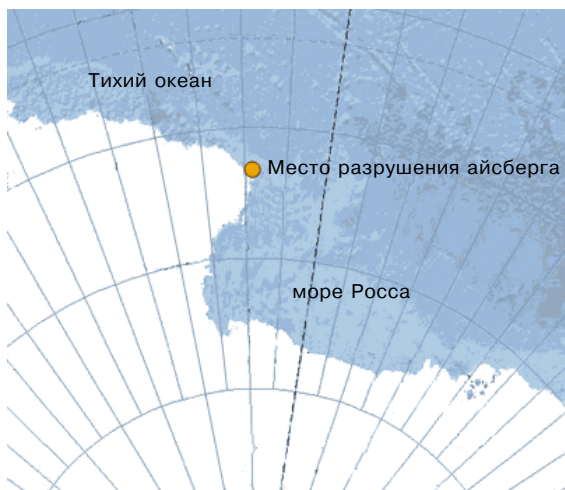
В то же время приборы отметили, что выросла активность теменной области коры головного мозга. Именно она помогает согласовать между собой сенсорную информацию, полученную от разных частей тела. Эта активность была выше у тех, кто ощущал себя более похудевшим. В то же время стимуляция сухожилий не вызвала никакой специфической активности в изученной области мозга, если испытуемый не пытался оценить свои размеры.

Таким образом, задняя теменная кора головного мозга играет ключевую роль в создании образа нашего тела, уверяют авторы работы.

«News@nature.com»;
www.biology.plosjournals.org



*Карта
Антарктиды
в районе
моря Росса*

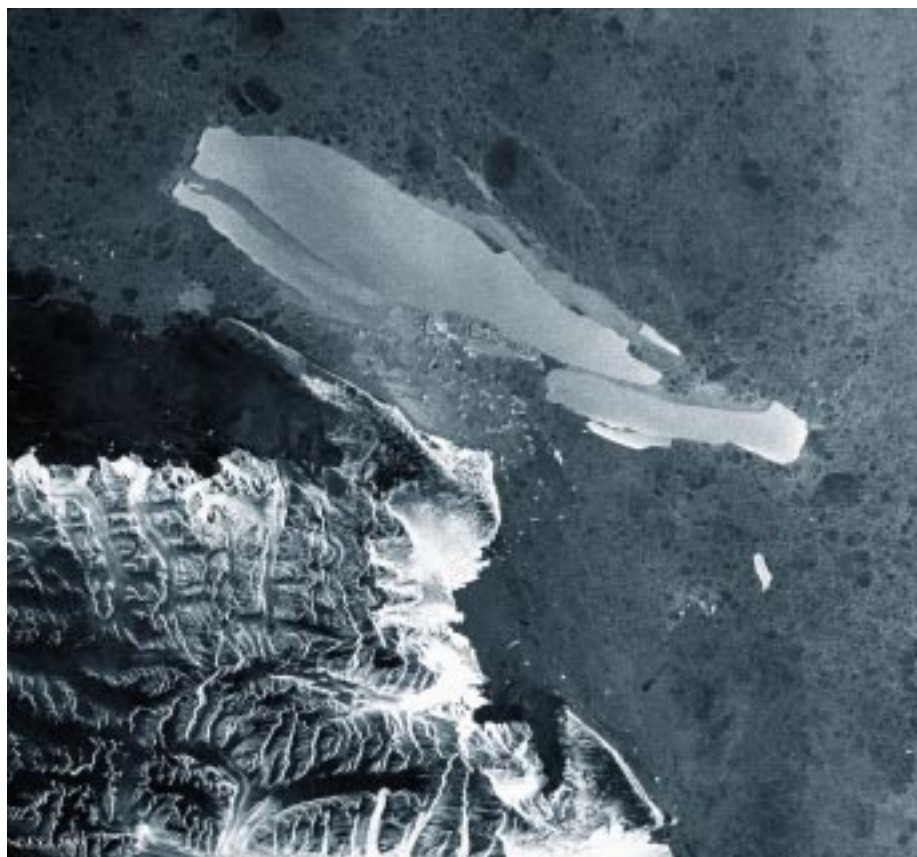


27 октября 2005 года — последний день гигантского айсберга

Ледниковые НОВОСТИ

Похоже, в долгой судьбе любимого айсберга нашего главного художника (см. «Химию и жизнь», 2005, № 4; 2004, № 2; 2003, № 1) наступил решающий перелом: спутник «Энви-сат» ЕКА заметил, что гигантский айсберг В-15А площадью в три Москвы раскололся на множество кусков и кусочков. А до этого, с весны 2005 года (когда мы оставили айсберг на мели у острова Франклина), он проделал немалый путь. Сойдя в апреле с мели, айсберг отколол край ледника Дрыгальского, едва не порушил глетчер Авиаторов и в середине октября сел на новую мель — на самом выходе из антарктического моря Росса в Тихий океан. Там-то из-за возникших напряжений он и разломился 27–28 октября 2005 года вдоль своей оси. Самые крупные из осколков назвали В-15М, В-15N и В-15Р, а множество мелких остались безымянными. Впрочем, похоже, гляциологи несколько поторопились стереть имя гигантского айсберга, который уже пятый год терроризирует жителей побережья моря Росса: как видно на фотографиях, размер осколков не так уж и велик. Большая же часть огромной льдины вполне сохранилась. И тот факт, что на ледяном острове теперь поместились бы не три Москвы, а всего две с половиной, вряд ли сильно меняет ситуацию.

Появление гигантских айсбергов на юге планеты принято связывать с глобальным потеплением. А на севере гляциологи пристально наблюдают за льдом Гренландии. Еще бы: если все четыре с лишним миллиона кубических километров



*30 октября 2005 года
айсберг еще разваливался*



*3 ноября 2005 года
течение подхватило
обломки
и понесло в океан*

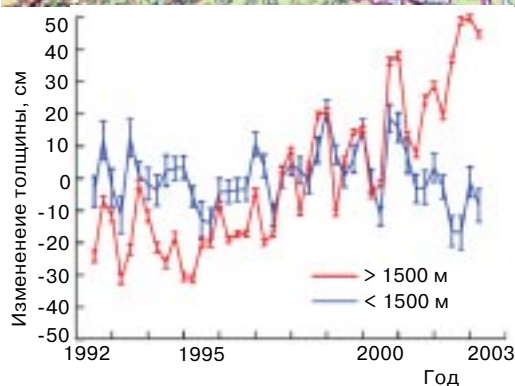


ФОТОИНФОРМАЦИЯ



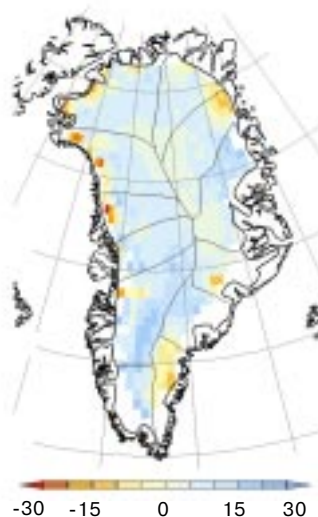
Гренландия

Так восточное побережье Гренландии выглядит из космоса



Изменение толщины гренландского льда за 11 лет

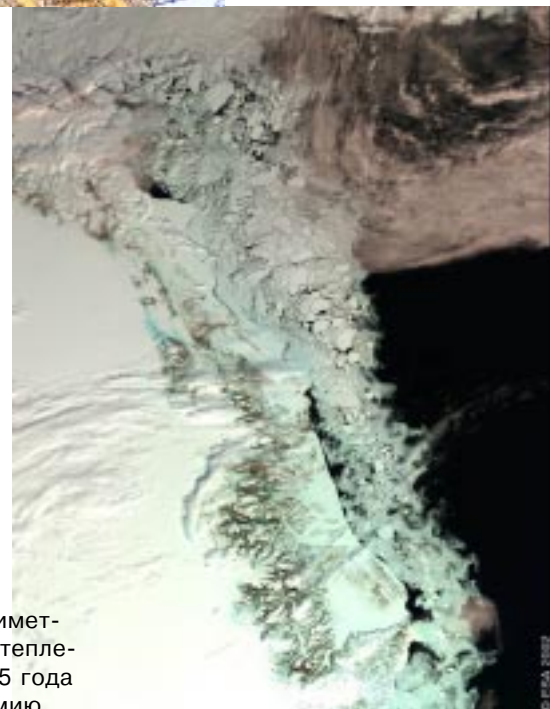
льда на этом самом большом острове планеты тают, то уровень Мирового океана поднимется чуть ли не на десять метров! Впрочем, чтобы вызвать катастрофу, всему гренландскому льду таять не обязательно: постепенно увеличивающийся поток талой и, стало быть, пресной воды медленно, но верно перегораживает путь Гольфстриму, а без этого теплого течения Западную Европу ожидают весьма холодные времена — такой вот парадокс глобального потепления. То, что лед на побережье Гренландии действительно тает, подтверждают результаты многих измерений. Однако общая толщина ледового панциря Гренландии в последние 11 лет растёт со средней скоростью 5,4 см в год. Такой результат наши и норвежские гляциологи во главе с профессором Оле Йоханнессеном и доктором Л.П.Бобылевым из международного Нансеновского центра получили, проанализировав данные



орбитального радарного альтиметра. Кстати, им за изучение потепления в Арктике в декабре 2005 года присудили Декартовскую премию.

Альтиметр посылает на Землю 1800 импульсов в секунду, ловит их отражения и по времени задержки определяет расстояние от спутника до поверхности планеты. Ну а вычислить из полученных данных высоту над уровнем моря не так уж и сложно.

Этот прибор, запущенный ЕКА на полярную орбиту в июле 1991 года, и позволил разобраться с гренландским льдом. Оказалось, что на высотах ниже 1,5 км над уровнем моря толщина льда уменьшается, а на больших высотах она растёт. Причина в том, что из-за потепления количество осадков увеличилось, в горах они выпадают в твёрдом виде



и в таком же виде остаются. Общий же баланс по всему ледовому щиту оказывается положительным. Собственно, именно такой результат и дают модели климата: повышение температуры на три градуса должно увеличивать количество гренландского льда. Кстати, и в Западной Антарктике ледяной щит тоже растёт со скоростью 1,8 см в год. Так проявился ещё один парадокс глобального потепления: чем теплее, тем толще лёд.

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров



СПИД в России

В предшествовании Всемирного дня борьбы со СПИДом — 1 декабря 2005 года проблемы ВИЧ-инфекции в нашей стране стали предметом дискуссии в Москве, в научном кафе, организованном Международным научно-техническим центром (МНТЦ) и агентством ИнформНаука. Журналисты и общественность внимали выступлениям ученых — а в кафе собрались ведущие специалисты по изучению ВИЧ, распространению этого вируса и генетическому разнообразию, по созданию диагностических методов, профилактических вакцин и лечебных препаратов.

Картина, которую представил участникам научного кафе академик В.В.Покровский, директор Федерального научно-исследовательского центра по профилактике и борьбе со СПИДом, получилась мрачно-ватая. Названные ученым цифры большинству показались просто сокрушительными. В России более миллиона человек заражены ВИЧ, а 350 тысяч из них нуждаются в лечении. В то же время квалифицированную медицинскую помощь могут получить только 3,5 тысячи, то есть всего 1% от нуждающихся. Особенно неблагоприятная обстановка в регионах. В Иркутской области на учете стоят 0,8% от всего населения, а специалисты полагают, что истинное число в три раза больше. Каждый сотый житель Норильска ВИЧ-инфицирован. Вообще, хуже всего со СПИДом в промышленно развитых районах, таких, как Урал, Ханты-Мансийск, Иркутск. И неудивительно, потому что СПИД — это болезнь городов. Много ВИЧ-инфицированных в Свердловской и Самарской областях, на последнем месте — Липецкая область. Москва в этом печальном рейтинге находится где-то посередине. В Санкт-Петербурге почему-то обстановка хуже, чем в Москве. По словам В.В.Покровского, нам уже следует говорить о масштабной эпиде-



мии СПИДа в России. Показатели в нашей стране хуже, чем в Европе и США. Особенность российской эпидемии ВИЧ в том, что среди носителей вируса преобладают молодые люди. Интересно, что до последнего времени заражение происходило среди наркоманов. Сейчас же основным путем становятся половые контакты, причем гетеросексуальные.

Современная медицина в состоянии поддерживать активную жизнь ВИЧ-инфицированных людей, однако на это нужны большие деньги: стоимость лечения одного больного — от 5,5 до 15 тысяч долларов в год. А на профилактику СПИДа у нас тратится 18 копеек (!) в год на человека по сравнению с 3 долларами в США.

А откуда вообще взялся ВИЧ на нашу голову? На этот вопрос ответил профессор И.Г.Сидорович из Института иммунологии РАМН. Одна из гипотез считает виновной вакцину против полиомиелита, которую выделяли из культуры клеток зеленых марышек, зараженных вирусом. А в Африке, по-видимому, люди заражались непосредственно от обезьян. По словам Марины Ридовны Бобковой, вирус ВИЧ I типа у человека практически тот же, что и у шимпанзе. Но при этом обезьяны СПИДом не болеют. Это очень интересно для специалистов, поскольку отсюда можно сделать выводы о механизмах устойчивости.



Шимпанзе носят такой же вирус, что и человек, но СПИДом не болеют, объясняет М.Р.Бобкова

Л.В.Урываев утверждает: нужны отечественные лекарства против ВИЧ, эффективные и не слишком дорогие

Со СПИДом в России лучше, чем в Африке, но хуже, чем в Европе, сообщает академик В.В.Покровский

Об отечественном лекарственном препарате «Фосфазит» (он же «Никовир») рассказал его создатель Г.А.Галегов из Института вирусологии им. Д.И.Ивановского РАМН. Механизм действия препарата заключается в подавлении фермента, ключевого для размножения вируса. Есть и другие разработки лекарств против ВИЧ, о которых поведала собравшимся М.Е.Бурштейн из того же Института вирусологии РАМН. Это модифицированные аналоги всем известного (и дешевого) противогриппозного препарата ремантадина. Они не токсичны и действуют на самой ранней стадии проникновения вируса в клетку. Правда, пока препарат успешно испытан только в клеточной культуре.

Трагические случаи массового заражения детей ВИЧ по вине медиков, как, например, в 1989 году в Элисте, вспомнил вирусолог М.М.Гараев. К сожалению, несмотря на усилия врачей, 60% зараженных детей на сегодняшний день умерло.

На встрече выступил и человек, для которого ВИЧ-инфекция — личная проблема, с которой он живет и борется уже несколько лет. Игорь — лидер общественного движения людей, живущих с ВИЧ, которое называется «Шаги». По его словам, постепенно в обществе меняется отношение к ВИЧ-положительным людям, причем молодежь изначально более толерантна, а старшее поколение, естественно, более консервативно.

Итак, проблема ВИЧ в России пока остается большой и нерешенной, несмотря на усилия ученых. Конечно, нужны новые отечественные препараты, которые могли бы стать в 5—10 раз дешевле зарубежных, как подчеркнул Леонид Викторович Урываев, председатель экспертного совета РАМН по СПИДу. Их не хватает всем, кто нуждается в лечении. Только один процент от всех, кому нужны лекарства, получает их за счет средств федерального или местного бюджета. А остальные?

Вывод специалистов: национальной концепции борьбы со СПИДом в России нет! Лишь в этом году на нее впервые выделены значительные государственные средства, которые надо потратить с наибольшей пользой. Может быть, наконец, страна начнет всерьез бороться за свое молодое поколение?

Н.Маркина



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

Полный электронный архив

Дорогие друзья! Напоминаем вам, что научно-популярный журнал «Химия и жизнь» к своему сорокалетию выпустил полный электронный архив. Это уникальное издание: все номера с 1965 по 2004 год были отсканированы, текст распознан, и все объединено в базу данных. Архив «Химии и жизни» — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям. Он выпущен в двух видах — на 4 CD и 1 DVD. Какой лучше взять, зависит от вашего компьютера. Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск. Стоимость — 1200 рублей с учетом доставки. Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (495) 267-54-18.



ChemBridge Corporation

В связи с открытием новых лабораторий ChemBridge Corporation приглашает на постоянную работу: руководителя группы исследований и разработки отдела комбинаторной химии; химиков-синтетиков.

Требования:

высшее образование;
опыт экспериментальной работы в области тонкого органического синтеза
(для выпускников профильных вузов
трудовой стаж не обязателен).

Условия работы:

оклад 11000-30000 рублей
(по результатам собеседования);
достойные ежеквартальные и годовые премии;
социальный пакет

Присылайте резюме:

vacancy@chembridge.ru;
kurakin@chembridge.ru
www.chembridge.ru

Телефон: (495) 775-06-54, доб. 12-01, 10-95

Обработка солнечного чуда

Балтийское море — седое, холодное, не слишком ласковое на вид — щедро и дружелюбно, как никакое другое в мире. Только его волны выносят на берег чудесный теплый камень янтарь, вот уже тысячи лет радующий человека своей неповторимой красотой. Нет людей, равнодушных к этому солнечному камню. Его и сейчас дарят в знак дружбы и искренних пожеланий счастья. «Самым замечательным камнем древности, начиная с третьего тысячелетия до нашей эры, был янтарь, который сверкающим самоцветом проходит через века и народы до наших дней», — писал известный минералог А.Е.Ферсман.



Природа щедро наделила янтарь удивительными свойствами. Его золотистые кусочки ласкают глаз мягким светом, притягивая почти осязательным теплом. Когда берешь их в руки, они удивляют неожиданной легкостью, очаровывают неповторимой причудливостью внутреннего рисунка и светоносной цветовой гаммой. Янтарь воспринимается не только как окаменевшая смола могучих сосен, миллионы лет назад произраставших на земле, но и как спрессованная энергия солнечных лучей тех непостижимо далеких времен.

Может быть, поэтому янтарь напоминает о лесе и солнце. «Нельзя отрицать прелесть хорошего куска янтаря для нашего глаза и осязания, — писал знаток камня А.Фалькерзам, пытаясь объяснить природу его воздействия на человека. — Прикосновением к нему очень приятно и, несомненно, является одной из главных причин того, что он нам нравится». Однако с давних пор янтарь привлекал людей не только своим загадочным происхождением и необыкновенными свойствами, но и сравнительной легкостью обработки. Природа как будто позаботилась о том, чтобы этот материал не противился рукам человека, оценившего его красоту.

Происхождение янтаря

Янтарь интересует ученых давно. Как свидетельствуют письменные памятники древности и средневековья, наибольший интерес в течение многих веков вызывала тайна его происхождения.

Поэтические версии возникновения этого камня мы находим уже в мифах Софокла и Эсхила. Софокл считал, что янтарь образовался из слез птиц, оплакивавших древнего героя Мелеагра. Янтарь у Эсхила — это слезы Гелиад, сестер Фазтона и дочерей Солнца-Гелиоса, горевавших по погибшему брату и превратившихся в тополя. Примечательно, что при всех домыслах у того и

у другого автора янтарь ассоциируется со слезами, поскольку была подмечена каплевидная форма некоторых его кусков. А в мифе о Фазтоне даже содержится намек на его растительное происхождение.

Наиболее полные и систематизированные античные сведения о янтаре мы находим в «Естественной истории» Плиния Старшего (23–79 гг. н. э.). Он обобщил данные из трудов около 30 авторов, оставшихся для нас неизвестными. Приведя абсолютно фантастические воззрения своих предшественников на происхождение янтаря и показав их полную несостоятельность, Плиний вполне определенно говорит о его растительном происхождении. Он считает, что янтарь образуется из жидкой живицы хвойных деревьев, которая со временем затвердевает, попадая в волны прибора. В качестве доказательства Плиний указывает на такие свойства янтаря, как способность издавать запах живицы при трении и гореть коптящим пламенем, подобно сосновому осмолу, а также на наличие в нем мелких насекомых.

После Плиния происхождение янтаря пытались объяснить Г.Агрикола в середине XVI века, М.В.Ломоносов и Ф.С.Бокк в XVIII веке, Й.Ф.Йоон в 1816 году. Какие же доказательства к настоящему времени наиболее убедительны? Прежде всего, находки янтаря в стволах ископаемых деревьев. Есть и косвенные доказательства: его куски (капли, сосульки, натеки и другие) похожи по форме на куски смол копалоносных деревьев в современных тропических лесах. Нередко встречается янтарь с остатками коры, отпечатками древесины и листьев, со всякого рода растительными включениями: иголками хвойных деревьев, обломанными веточками туи и даже цветками пальмы. Изучение микроструктуры древесины, встречающейся в янтаре, позволило ученым прийти к заключению, что его производили хвойные деревья. Растительные включе-

ния дают возможность узнать, какие еще деревья произрастали в «янтарном» лесу, и представить его облик. Еще чаще, чем растительные остатки, в ископаемых смолах встречаются насекомые (так называемые инклюзы). Наш балтийский янтарь, или сукцинит, по обилию и изученности подобных находок стоит вне всякой конкуренции. В начале XX века было подсчитано, что на 18 тонн прозрачного янтаря приходится в среднем 1,5 тонны янтаря с инклюзами. Консистенция смолы была настолько жидкой, что в ней сохранились даже тончайшие, измеряемые микронами, органы насекомых, несмотря на то что с момента их гибели прошло уже около 40 млн. лет.

Мой путь к янтарию

С детства я, как всякий нормальный мальчишка, мечтал о море. Это было далекое, довоенное время. Затем была война, и я, 15-летний подросток, два года проработал на заводе. Позже была служба в армии, учеба и работа, но мечта не оставляла меня, так что даже после демобилизации я носил тельняшку. И вот после окончания института по специальности «инженер-электромеханик по системам управления ракетами» я начал работать в Ленинграде на судостроительном заводе, который строил крейсера, эсминцы и противолодочные корабли.

Первый крейсер, построенный в 1963 году, проходил испытания на Балтийском море и базировался на янтарном берегу в городе Балтийске (бывшем Пиллау) Калининградской области. Дело было летом, и, выйдя на пляж, мы с товарищами нашли в песке небольшие кусочки янтаря размером 2–3 см. Из одного я сделал жене кулон. Через некоторое время она попросила добавить к нему серьги. Дальше — больше: я начал мастерить броши, кольца, перстни. Иногда знакомые уговаривали изготовить что-нибудь для подарка, ведь в то время янтарные изделия в магазинах были редкостью.

Чтобы добывать янтарь, приходилось изощряться. Иногда удавалось попасть на берег моря осенью или зимой после шторма, когда ветер стихал, а волны не более полуметра подтягивали к берегу большое количество мусора и янтаря. Там я и собирал самоцветы. Это были удивительной красоты куски — от свет-





ло-желтого, солнечного до зеленоватого и черного, а иногда и голубого. Можно было купить янтарь и у других собирателей, как правило, местных жителей, лучше знавших, когда камень окажется на берегу. К тому же у них были сачки и гидрокостюмы, чтобы заходить в холодную зимнюю воду на глубину до полутора метров. Сбором занималась обычная бригада: один или два человека орудовали сачками в воде, а еще несколько на берегу выбирали самоцвет из кучи мусора.

Любители доставали янтарь и в поселке Янтарный Калининградской области — у труб, из которых вода с обогащательной фабрики льется в море. Образцы искали на берегу, около труб, и в море, у берега. На мелководье в тихую погоду ходили в резиновых сапогах и в углублениях дна часто находили даже крупные куски янтаря, которые не улавливались на фабрике. Сброс воды из труб охранялся милицией, но не строго, и надо было выбирать моменты, когда охрана отлучалась. Янтарь в то время можно было купить и на промтоварном рынке города Калининграда. Таким образом, у любителей появлялся прекрасный материал для изготовления изделий и сувениров.

В 1984 году волею случая мы с женой посетили Московский биологический музей имени К.А.Тимирязева, где в то время проходила очередная выставка частных коллекций камня. Впервые в жизни я увидел, на что способны душа

и руки человека. Я, всю жизнь посвятивший производству оружия, был поражен возможностями человеческой фантазии. На выставке познакомился с ее участниками, и они пригласили меня в следующем году присоединиться к ним. Тогда же меня приняли в Московское общество любителей камня, бесценный председатель которого Анатолий Николаевич Коробков — великолепный коллекционер, наставник и мастер.

С тех пор я регулярно участвую в выставках «Удивительное в камне». Они ежегодно проводятся в биологическом музее имени К.А.Тимирязева, расположенном на Малой Грузинской улице, в доме № 15. Выставки обязывали каждый раз придумывать что-то новое, оригинальное. Так в моей коллекции появились колье, янтарная роза, пчелки, грибочки, ежики, яхта и много других образцов из разных сортов янтаря.

Янтарь на фабрике

На фабриках после обогащения и очистки янтарь поступает на сортировку, где в зависимости от размера и степени загрязненности его распределяют на несколько групп, сортов и классов. Почти 90% добытого камня составляют мелкие камушки, которые не годятся для изделий. Они идут на переработку: незагрязненные и относительно крупные (примерно третья часть) — на прессование, остальные — на химическую переработку.

Янтарь, в отличие от других похожих на него смол, очень термоустойчив. Он плавится в интервале от 315 до 350°C. При нагревании без доступа воздуха и температуре 140–150°C янтарь становится пластичным. Это свойство легло в основу двух процессов его обработки — каления и прессования. Первый позволяет превращать замутненный янтарь в прозрачный, а второй дает возможность из мелких кусков, непригодных для изготовления ювелирных изделий, получать крупные заготовки различной формы.

Процесс химической переработки янтаря сводится, по сути дела, к его сухой перегонке. При нагревании одновременно с плавлением происходят химические реакции — разложение высокомолекулярных соединений и образование более простых веществ. Чем дольше длит-

ся нагревание и выше температура, тем проще состав получающихся при этом продуктов. Если прекратить нагревание в тот момент, когда янтарь расплавился, то можно получить около 60% легкоплавкой и легкорастворимой канифоли, из которой изготавливается ценный янтарный лак. При этом получают свободную янтарную кислоту и своеобразно пахнущее янтарное масло. Выделяются также газы, в том числе сероводород. Если продолжать нагревание после расплавления янтаря, то новообразованные легкорастворимые смолы переходят в масла и газы, а в остатке образуется небольшое количество кокса. Янтарное масло используется в основном для изготовления лаков, так же как плавленный янтарь и янтарная канифоль.

Широкое применение в медицине и фармацевтической промышленности находят янтарная кислота и ее соли, из которых изготавливают различные медикаменты. Янтарную кислоту применяют также при выделке кожи и в ветеринарии как стимулятор обмена веществ у животных.

Подбирая различный по оттенкам и степени замутненности естественный янтарь и добавляя в него красители, обрабатывая его при особом режиме температуры и давления, получают различные по окраске и структуре продукт. Лучшие сорта прессованного янтаря с большим трудом можно отличить от натурального. Прессованный камень используют главным образом для изготовления украшений, однако небольшая его часть, около 10%, идет в промышленность для производства изоляторов. Путем «просветляющего кипячения» в сурепном масле янтарь можно облагородить, повысив его прозрачность.

Наиболее ценный ювелирно-поделочный камень — балтийский янтарь сукцинит. По цвету, прозрачности и художественным особенностям его подразделяют на следующие категории:

- 1) прозрачный — различных оттенков, желтый и бесцветный;
- 2) дымчатый — слегка мутноватый с прозрачными участками;
- 3) бастард — восково-желтый, просвечивающийся;
- 4) костяной — непрозрачный, цвета слоновой кости;
- 5) пенистый — светлый, непрозрачный, мелкопористый, наиболее вязкий и высокодекоративный.



В одном куске янтаря иногда сочетаются все его виды, при этом переход между ними бывает плавным или резким.

Обработка янтаря в домашних условиях

Сукцинит можно легко плавить, обтачивать, сверлить и полировать. Его иногда облагораживают: кипятят в растительном масле и подкрашивают растворенным в нем красителем, а также прокаливают на воздухе.

В домашних условиях любители и почитатели янтаря обрабатывают его вручную доступными любому человеку способами.

Выбрав подходящий кусок, нужно решить, что из него сделать, и внимательно осмотреть — нет ли изъянов. Обычно это трещины, снижающие качество изделий. Желательно также исследовать янтарь на просвет, например перед настольной лампой. В этом случае можно увидеть внутренние трещины, скрытые коркой.

Далее кусок размечают на части — заготовки для изделий — и распиливают. Для этого годится любая ножовка, желательнее — по металлу, с мелким зубом. Пилить лучше по трещинам, чтобы уменьшить количество отходов. Кусок янтаря можно закрепить в тисках, подложив картон или ткань, или держать в руке. Годится для распиловки и обычное камнерезное оборудование, то есть станок с алмазным диском. Иногда на нем производят также грубую обработку заготовки, то есть придают ей общую форму будущего изделия. Если же камень распиливают ножовкой, то придать ему нужные очертания можно кусачками, откусывая небольшие фрагменты. Затем вооружаемся драчевым напильником с достаточно крупной насечкой и, опиливая кусок янтаря, придаем ему законченную форму. Удалить царапины поможет сначала надфиль, а затем наждачная шкурка средней зернистости.

Наконец, нужно отполировать изделие. Для этого проще всего нанести на хлопчатобумажную ткань зубную пасту или водную взвесь зубного порошка с консистенцией сметаны и тереть об нее изделие, пока его поверхность не станет гладкой. Процесс полировки можно механизировать. Для этого берут электромотор с оборотами от 1000 до 2000 в минуту, на вал которого установлена шайба из хлопчатобумажной ткани диаметром от 100 до 200 мм и толщиной 10–15 мм. Шайбу обычно составляют из кружков ткани, сшитых вместе от трех до пяти штук. Для этого метода необходимо приготовить пасту, которой смазывают шайбу, не останавливая мотор, в процессе обработки.

Готовим пасту так: в железной консервной баночке, например от рыбы, на малом огне, а еще лучше — на рассекателе расплавим четверть стеариновой свечки. Она должна занять не более трети банки. Далее при размешивании нуж-



но насыпать в расплавленный стеарин зубной порошок и довести смесь до консистенции жидкой сметаны. Полученный раствор выливаем в заранее подготовленную форму из пищевой фольги или шоколадной обертки. Ее размер — примерно 4 x 8 см, высота 1,5–2 см. Таким бруском удобно смазывать вращающуюся шайбу при полировке.

В домашних условиях изделия из янтаря можно обрабатывать термически. Один из методов — кипячение в сурепном или любом другом растительном масле. На медленном огне, постепенно увеличивая нагрев, нужно довести масло до слабого кипения. Затем его наливают в консервную баночку, на дне которой лежит несколько слоев марли, а на ней — несколько отполированных изделий. Янтарь берут прозрачный или слегка облачный, но с прозрачными участками. В процессе кипячения в нем появляются мелкие трещинки, которые украшают изделие изнутри и выглядят как круглые тонкие блестящие, количество которых зависит от времени кипячения. Облачность из янтаря исчезает не всегда, и в этом случае получаются очень красивые образцы.

Еще один способ термообработки: сухое прокаливание готовых и отполированных образцов прозрачного или облачного янтаря. Для этого берут большую жестяную банку или металлическую кастрюльку высотой от 8 до 10 см. В нее на 3–4 см насыпают промытый и просеянный речной песок, накрывают его листом асбеста, а на асбест рядом, но не вплотную кладут янтарь. Сверху сосуд закрывают куском огнеупорного стекла, например от духовки бытовой газовой плиты. Все это ставят на малый огонь газовой плиты примерно на десять минут, чтобы янтарь прогрелся постепенно. Затем нагрев увеличивают и за 30–40 минут доводят до максимального. Если прокаливают куски более 4–5 см, то слишком сильно нагревать не нужно, лучше пусть процесс займет больше времени.

Контроль каления производят на глаз. В прозрачном янтаре постепенно появляются такие же блестящие, как и при кипячении, круглые и тонкие, расположенные под разными углами (см. фотографию под заголовком статьи). При постепенном повышении температуры нагрева нижняя сторона янтаря окрашивает-

ся сначала в розовый цвет, а затем в более интенсивный, и со временем окраска может стать темно-бордовой, почти черной. В это же время внутри куска появляются все новые блестящие, количество которых предсказать невозможно. Иногда их единицы, а в других образцах они заполняют весь объем, так что нижняя плоскость изделия не видна. В процессе каления решают, когда остановиться. Очень красивые образцы получаются, если на бордовом фоне, не слишком темном, появляются круглые, тонкие блестящие, отсвечивающие серебристым цветом, причем на них просматриваются радиальные, тонкие полоски, похожие на лучики.

После каления, как и после кипячения, необходимо на полтора-два часа оставить изделия или куски янтаря в сосуде, где происходила термообработка. Из-за низкой теплопроводности они остывают медленно, и, если температура резко понизится, они растрескаются. Для окончательной отделки изделия повторно обрабатывают надфилем и шкуркой, а затем полируют.

При изготовлении изделий из янтаря часто приходится сверлить его и клеить, хотя бы для того, чтобы надежно закрепить фурнитуру. Учитывая хрупкость и вязкость материала, желательнее применять зубные твердосплавные боры. Наилучший вариант — это использование бормашинки, применяемой в стоматологической практике, но можно сверлить и электрической дрелью, зажатой в настольные тиски. В обоих случаях образец янтаря держат в руке и, постепенно, миллиметр за миллиметром, освобождая отверстие от стружки, проходят отверстие на необходимую глубину. Надежно закрепить фурнитуру поможет эпоксидная смола, которую нужно смешивать с отвердителем в соотношении 6:1 или 8:1. Смазав отверстие клеем и установив фурнитуру, изделие располагают под настольной лампой мощностью около 100 Вт, на расстоянии 10–15 см для лучшей полимеризации смолы и увеличения прочности соединения. Можно использовать и другие клеи.

Статья проиллюстрирована фотографиями янтарных изделий из коллекции автора

Как отличить янтарь от подделок

В XIX веке спрос на янтарь был небольшим, пока фирма «Стантиен энд Беккер», организованная купцами из Клайпеды, не произвела переворот в торговле изделиями из этого камня. Она сыграла не только на красоте самоцвета, но и на людской слабости. Вильгельм Стантиен и Морис Беккер организовали изготовление и продажу мундштуков трубок и других курительных принадлежностей. Это привело к росту цен на янтарь, и в конце 70-х годов начали появляться подделки, имитации, а также новые технологии переработки самоцвета. Некоторые из них были защищены патентами. Вот несколько примеров.

1879 г. — Е.Шрадер и О.Думке (Германия) запатентовали метод и аппаратуру для плавления янтаря. К янтарной крошке добавлялась сосновая живица, и все расплавлялось перегретым паром.

1884 г. — Е.Ханасек (Германия) научился окрашивать янтарь растворимыми в масле красителями естественного происхождения (драконово́й кровью, ализарином, пурпурином, индиго). Для этого камень нагревали в масле с добавлением красителя до 150–200°C.

1887 г. — Дж.Карпелес (Англия) усовершенствовал процесс и метод прессования янтарной стружки. Р.Клебс из Кенигсберга опубликовал статью «Об окраске янтаря и его имитациях».

1889 г. — Г.Вайсс, А.Эрман (Германия) выпустили труд «Об оптических свойствах натурального и поддельного янтаря». В нем было описано, как отличить природный янтарь от прессованного по двойному лучепреломлению.

1891 г. — Х.Бек (Англия) улучшил метод отверждения природных смол — заменителей копала и янтаря. К смоле добавляли спирт, глицерин, фенол, сахар и оксиды металлов.

1892 г. — П.Халлер (Германия) изобрел новый метод имитации янтаря: «Изделия из кости приобретают облик ян-

таря, если их кипятить в масле с добавлением двуххромовокислого калия, пока масло не начнет пениться».

1897 г. — П.Дамс (Германия) опубликовал заметки, в которых описаны методы осветления янтаря с применением рапсового масла и песчаной бани.

1898 г. — Он же сообщил о старинном методе искусственного «глушения» сукцинита кипячением в соляном растворе.

1899 г. — Х.Конвенц (Германия) получил патент на искусственно окрашенный прессованный янтарь красного, синего, светло-зеленого и золотистого цвета.

В 1881 году в Вене появилась так называемая имитация Шпиллера, или амброид. Это был прессованный янтарь, который отличался от природного рядом особенностей, в частности удлинёнными, а не округлыми пузырьками воздуха. Кроме того, у прессованного янтаря граница между прозрачной и замутнённой зонами была перистой. Специалисты отмечали также, что «на стыке мутных и прозрачных зон в проходящем свете наблюдается желтовато-красная окраска, которая на темном фоне в отраженном свете становится синей». Различить их можно было и с помощью полярископа, который показывал у прессованного янтаря характерные интерференционные фигуры.

Для имитации янтаря до наступления «пластмассового века» использовали также ископаемые или затвердевшие смолы: копал, каури, даммар. Впрочем, иногда из них делали сувениры, не собираясь никого обманывать.

Отличить такие поделки от янтарных несложно. Если капнуть эфиром или спиртом на поверхность застывших совре-

менных смол, она размягчается и становится липкой, и в этом месте палец оставляет отпечаток. Копал под воздействием эфира и спирта, а также если его сильно потереть и при обработке, начинает испускать сильный запах хвойных деревьев, не свойственный янтарю. Янтарь дает гораздо более тонкий аромат.

Со временем поверхность изделий из копала растрескивается, на ней образуются трещины, а затем мелкие, тонкие белые чешуйки, которые затем осыпаются, подобно перхоти. На янтаре волосные трещины обычно идут только в глубь материала и не образуют чешуек.

Химики-полимерщики внесли свой вклад в создание имитаций янтаря. Для этого они использовали самые разные пластмассы: нитроцеллюлозу, ацетат целлюлозы, фенолформальдегидные смолы, полистирол, полиметилметакрилат, полиэфир, эпоксидные смолы, а также белок казеин.

У большинства пластмасс (в том числе у всех довоенных) плотность больше, чем у янтаря (у самоцвета в среднем 1,08 г/см³). Иногда для проверки достаточно опустить образец в раствор поваренной соли с концентрацией 10 чайных ложек на 250 мл воды. Отличить таким способом янтарь от копала (плотность около 1,06 г/см³) не удастся.

Порой распознать янтарь среди похожих на него материалов помогает определение твердости. Нет смысла делать это, царапая образец иглой — так невозможно определить небольшие различия в твердости. Лучше соскрести немного вещества лезвием ножа или бритвы. Если оно не очень острое, то янтарь и копал дают



Эту красивую поделку из пластмассы нельзя назвать имитацией янтаря. Морские улитки и звезды не ползали в янтарном лесу



РАДОСТИ ЖИЗНИ

мелкую крошку, а имитации из пластмассы чаще всего — закрученную стружку. Большинство ископаемых смол, в отличие от синтетических материалов, легко стирается в порошок.

Очень эффективно исследование мелких кусочков или стружки материала изделия. Это позволяет отличить янтарь от пластмассы, а иногда — установить тип пластмассы. Во многих книгах советуют проверять материал, втыкая в него раскаленный конец иглы. Янтарь при этом расплавится, но так же ведут себя смолы и некоторые пластмассы, так что этот способ годится не всегда. Лучше взять из незаметного места небольшой кусочек материала и сжечь в открытом пламени или нагреть в пробирке. При этом запах получается более концентрированным, а стенки пробирки уберегут от раскаленных кусочков пластмассы, если она при нагревании «выстрелит».

В сложных случаях приходится прибегать к инструментальным физическим методам. Самый информативный и часто используемый — инфракрасная спектрофотометрия. Иногда применяют и другие: тонкослойную хроматографию, масс-спектрометрию, дифференциальный термический анализ, эмиссионную спектроскопию, нейтронно-активационный анализ, дифракцию рентгеновских лучей.

Автор помещенной выше статьи утверждает, что опытный человек всегда определит янтарь при обработке по его механическим свойствам: в отличие от пластмассы, он не налипает на бор. Кроме того, у добытого из морской воды янтаря обычно бывает характерная корка. И еще один признак: в каленом янтаре блестки светлые, а в эпоксидной смоле коричневые.

**По материалам книги
Э.Фракей «Янтарь».
М.: Мир, 1990.**



Наш постоянный автор, доктор химических наук, профессор Л.В.Каабак десятилетиями коллекционирует и изучает бабочек в труднодоступных и малоизученных энтомологами районах нашей планеты. Его книга «Я иду искать» (М.: Терра, 2005) рассказывает об удивительных, подчас фантастических приключениях Леонида Владимировича в его многочисленных экспедициях. Иллюстрированная прекрасными фотографиями автора и его постоянного спутника, фотографа Андрея Сочивко, она переносит читателя в атмосферу дальних странствий, творческого поиска, счастья неожиданных находок и открытий. Сегодня мы публикуем еще один небольшой рассказ Л.В.Каабака.

Почему я не ловлю парусника тоас



Фото: А.Сочивко

Лучшее из всего, что может испытать человек, — тайна. Это поистине основополагающее ощущение, которое лежит в истоках истинного искусства и истинной науки.

Альберт Эйнштейн

В своих многочисленных энтомологических путешествиях — в тайге, в горах Средней и Центральной Азии, в джунглях Южной Америки и Африки я не раз сталкивался с удивительными явлениями и событиями. При этом наиболее сильные, подчас потрясающие впечатления оставляли ситуации, когда два редких или даже очень редких события происходили в течение короткого промежутка времени или почти одновременно. Об одном таком случае я хочу рассказать.

Южная Америка, Гайана. Жаркий солнечный полдень в девственном тропическом лесу. Я иду зарастающей тропой под неплотным пологом сомкнувшихся крон высоченных деревьев. Вижу — в нескольких метрах от меня летит очень крупная, яркая, ко-



Гайана. Л.В.Каабак и золотоискатели



КНИГИ



Та самая хижина



Упавшее дерево — в тропическом лесу не редкость

ричневая с желтым узором бабочка. Рванулся к ней — и тут же остановился, опустил сачок: вспомнил данное себе слово.

Это случилось годом раньше в сельве Амазонки, в окрестностях перуанского городка Икитоса. Последний день экспедиции: завтра вылетаю в Лиму, оттуда — в Москву. Почти целый месяц я ежедневно ходил в джунгли на поиски бабочек с проводником — потомственным охотником индейцем Марви. Взмахивая мачете, он прорубал проход в зеленой стене из кустов, трав и лиан. Но в тот раз я выбрал уже пройденный маршрут до ближайшей индейской хижины и отправился туда один. На краю лесной поляны, где находилась хижина, был мой «пост». Здесь я подолгу стоял, поджидая огромных, сияющих голубым и

синим металлическим блеском бабочек морфо. У моих ног начиналась уходящая в лес тропинка, которую тропические ливни превратили в ручей.

Неожиданно из-за моего плеча вылетел парусник тоас, присел рядом, у края ручья, и, похоже, стал сосать хоботком воду из влажной почвы. Здесь эту бабочку я встретил впервые. Прежде я наблюдал тоасов в джунглях, километрах в сорока — пятидесяти отсюда, причем никогда не видел, как они садятся на что-либо. И ловить этих быстрых и сильных летунов приходилось в воздухе, что удавалось совсем не часто. Особенно стремительным, нервным, как бы дерганым становился их полет примерно за полчаса до очередного грозового ливня: бабочки явно искали укрытия от ненастья. Естественно, увидев сидящего тоаса, я

стал красться к, казалось бы, легкой добыче. Но чуткая бабочка не подпустила меня, перелетела метра на три и снова села у ручья. Это повторялось несколько раз. «Как птица, отводящая от гнезда», — подумал я, и вдруг сильный шум и треск раздались сзади в вышине. Оглянулся и вижу: валится громадное дерево, ломая другие деревья и разрывая лианы. Прогромел мощный удар, вздрогнула земля. Потрясенный, подхожу к рухнувшему великану: его толстый ствол лежал как раз там, где я только что стоял. Из хижин выбежали встревоженные старик и мальчик. Увидев меня невредимым, они радостно заулыбались.

А я тут же решил никогда больше не поднимать сачок на парусника тоас.

Фотографии из архива автора



Голубые раки



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Как-то солнечным октябрьским днем, проходя мимо городского рынка, я увидел молодого мужика из местных. Он продавал речную добычу: в одном ящике лежали судачки, караси, плотва, в другом, сверкая мокрой свежестью, копошились раки. Картина обычная, но меня поразила одна деталь, о которой и расскажу, но не сразу.

С молодых ногтей обожаю рыбалку и ловлю раков, особенно нырять за ними в маске. Люблю также собирать и изучать всякие сведения про эти удовольствия. За свою жизнь я повидал и перепробовал множество ракообразных. Помню, одно время в пойме Волги наладили добычу и поставку живых раков в рестораны Франции. Отправляли их самолетами, отбирая экземпляры строго определенных размеров, поэтому в августе на улицах стояли продавщицы в грязно-белых халатах, а возле них — штабеля ящиков с живыми очень дешевыми раками. Распродавали то, что не брали французы.

На Черном море я впервые увидел и поймал мелких крабов. Повзрослев, побывал во Вьетнаме и в Индии. Во Вьетнаме видел больших пресноводных креветок, а также метровых морских лангустов. Удалось даже поучаствовать в их ловле. В Индии для нас устроили охоту на крупных пальмовых крабов, которые вылезают на берег ночью, чтобы поесть упавших с деревьев плодов. С древности во всех странах ракообразные считаются деликатесом не только из-за вкуса, но и за редкую чистоту мяса. Да-да, этих поедателей падали, водных ассенизаторов природа наградила исключительно чистым организмом. Раки чистят не только воду, но и организмы своих пожирателей.

В Испании, в центре Мадрида, я подолгу стоял у лавочек, где в витринах, в ванночках с водой, ползали пестрые индонезийские шримсы (в данном случае не креветки, а разновидность лангустов). Во всех супермаркетах Англии, Канады и США стоят аквариумы, где плавают на продажу лобстеры — крупные, до 35 см длиной, раки с заклеенными клейкой лентой клешнями, чтобы не испортили друг дружке товарный вид. Лобстеры — вы-

ращенная в садках молодь океанского рака-омара, достигающего на воле метра в длину и 40 см в ширину. Клешнями он способен перекусить трехсантиметровую доску. А вот французы считают, что самые вкусные раки — речные, и уже давно наладили их промышленное производство, поэтому в аквариумах тамошних магазинов ползают в основном речные обитатели. В Швеции раз в году празднуют День поедания речных раков. Их тогда съедают так много, что приходится импортировать, причем основной поставщик — Китай.

Варить речных раков — искусство. Сердце кровью обливается, когда вижу вареных раков на улицах, да и в магазинах. Панцирь тускло-красного цвета с грязными разводами, от него неприятно пахнет, и никакой укроп не отбивает этот запах. В России до революции городские за такое штрафовали торговцев и отнимали у них товар. А в трактирах хозяева лично наблюдали, правильно ли готовят раков. Прежде всего — их надо варить живыми. В уснувших раках быстро накапливаются вещества, способные отравить едока чуть ли не до смерти. Перед варкой раки должны часов десять поползть без воды по мокрой траве или мокрой тряпке. Затем их надо сложить в ведро и залить водой, которая тут же потемнеет. Эту воду нужно слить, залить свежую и так менять до тех пор, пока она не будет оставаться прозрачной. Только тогда раков можно варить, и их панцири станут ярко-красными, будто покрытыми



лаком, без дурных запахов и привкусов. Иначе рак при варке опустошает кишечник прямо в бульон, и появляются грязь и запах. Если же хочется поесть только что пойманных раков, вскипятите воду, а рядом поставьте ведро холодной воды. Каждому раку ошпарьте в кипятке кончик клешни или хвоста и кидайте их в ведро с холодной водой, где они тут же станут опорожняться. Далее готовить так же, как указано выше.

Бывая в Москве, я люблю заглядывать на один из тамошних базаров. Несколько лет назад я обнаружил там прилавок одного частного предприятия. Была на нем разнообразная речная и морская рыба. Все очень свежее, как сейчас пойманное, и очень дорогое. Чуть дальше стояли два больших аквариума со шлангами, по которым подавался воздух. В первом аквариуме плавали крупные раки. На ценнике значилось: «Раки саратовские — 150 руб. за кг». У второго аквариума на ценнике стояло 500 руб. за кг. Там тоже были крупные раки, но какие! Голубые, как будто покрашенные светло-синей краской. Теоретически я знал, что такие бывают. Вроде бы когда-то, еще при Пушкине, они водились в одесском лимане. В книге моего детства «Два капитана» маленький Саня Григорьев крадет у матери кусок мяса, чтобы, когда оно протухнет, наловить голубых раков в местной речке, ибо в трактирах их покупали много дороже обыкновенных.

«...Интересуешься, дорогой?» — тронул меня за плечо рослый армянин. «Да. Откуда они?» — показываю на необычных раков. «С озера Севан, самолетом сюда вожу», — отвечает хозяин. Я удивился: «Севан — горное озеро, там вроде раков быть не может». Армянин в свою очередь тоже удивился: «Разбираешься, дорогой. Все верно. Но вода — подходящая, отгородили участок, сделали нужное дно и завезли голубых раков из Карелии. Видишь, прижились, здесь теперь торгуем. Китайцы, японцы берут прямо в Армении, все для лучших ресторанов. Покупать будешь?»

Возвращаюсь в начало рассказа. Раки, которые давешний торговец привез из волжской поймы, где-то из-под Ленинска, были не только черные с прозеленью, как обычно. Вдоль лапок, на брюшках и по краям клешней у них ярко проступали голубые полосы. Так, может, и у нас можно развести лазоревых рачьих аристократов? Только кто это сделает? «Варяги» из Армении?

М. Гольдрейер



ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Фото Технологического института Джорджии

Чужих съедят первыми

Оказывается, от вселенцев могут спасти местные фитофаги

Сорняки и всякого рода агрессивные вселенцы (представители занесенных видов) вытесняют местные исконные растения со своих территорий и тем самым наносят ущерб природе и хозяйству. Только в США ученые оценивают его в 137 миллиардов долларов ежегодно. Исследователи из Технологического института Джорджии предлагают био-

логический способ контроля над этими агрессорами — напускать на них хищников. Как сообщают исследователи в журнале «Ecology Letters» за сентябрь 2005 года, метод должен быть заведомо дешевле и безопаснее гербицидов.

Долгое время считали, что чужеродные виды растений, привнесенные с других территорий, потому так вольгот-

но себя чувствуют и размножаются, что местные травоядные брезгают этой экзотикой. Это оказалось глубоким заблуждением. Ученые из Джорджии считают, что на самом деле все как раз наоборот: местные виды растений эволюционируют параллельно со своими естественными врагами, поэтому со временем у поедаемых вырабатываются различные

системы обороны от пожирателей. А вот интродуцированные растения, у которых нет опыта совместной жизни с местными фитофагами, не имеют защиты от них и потому должны быть более уязвимы. Это как с иммунитетом на новую заразу: пока он не разовьется, человек будет болеть.

Исследователи подтвердили свою гипотезу в экспериментах. Сначала — в водных системах: они работали с двумя видами местных раков и завезенными издалека карпами. Травоядным предлагали на выбор экзотические растения и родственные им местные. В трех случаях из четырех местные раки выбирали не привычную еду, а экзотическую, то есть предпочитали новенькое. А вот интродуцированным карпам было все равно, что есть: и местные, и привнесенные растения были для них в равной мере экзотическими.

Аналогичные результаты были получены на полях и в лесах. Ученые исследовали 11 травоядных видов и 300 видов растений, собранных со всех территорий США, и везде обнаружили одно и то же: местные травоядные предпочитали есть экзотические растения, а не привычную пищу.

Так что способ борьбы с занесенными агрессорами очевиден: надо культивировать местных травоядных, которые предпочтут экзотические травки наскучившему ежедневному рациону из местных обитателей. Осталось только понять, каких травоядных выбрать для каждой территории, и создать им условия для работы.

Л. Н. Стрельникова

**Международная конференция
студентов и аспирантов
по фундаментальным наукам
“Ломоносов-2006”
V Всероссийская
олимпиада
по органической химии
апрель 2006, Москва
Химический факультет МГУ**



*ChemBridge Corporation
Химический факультет МГУ
Высший химический колледж РАН*

*при информационной поддержке
журнала “Химия и жизнь-XXI век”*

Председатель:

В. В. Лунин,
академик РАН, профессор,
декан Химического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова

Заместитель председателя:

А. В. Анисимов,
профессор, зам. декана
Химического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова

**Организационный
комитет:**

С. Е. Семёнов,
Высший химический
колледж РАН
С. Е. Сосонюк,
МГУ им. М. В. Ломоносова
А. Г. Болесов,
МГУ им. М. В. Ломоносова
А. В. Куракин,
ChemBridge Corporation

Победителей ожидают призы:

*первый приз
10 тыс. руб.,
два вторых приза по
5 тыс. руб.,
Специальный приз
5 тыс. руб.
лучшему среди участвующих в
олимпиаде повторно.*

*Регистрационная форма и задачи
для разминки будут опубликованы
на сайте www.chembridge.ru,
а также в журнале
«Химия и жизнь-XXI век» (№1, 2006 г.)*

*Иногородним участникам олимпиады, приславшим тезисы
конференции «Ломоносов-2006», МГУ им. М. В. Ломоносова будет
предоставлять бесплатное общежитие.*

*Первым пяти, приславшим правильные решения разночтных
задач, а также участникам олимпиады, вошедшим в десятку
сильнейших, Фирма компенсирует проезд в Москву (в обе стороны,
исходя из стоимости плакартного билета).*

*В этом году ChemBridge Corporation дополнительно награждает
4-х победителей олимпиады 100 % грантами на участие в
международном симпозиуме, а лучшие 30 олимпиадцев смогут принять
участие в симпозиуме на льготных условиях.*

Международный симпозиум

*“Advanced Science
in Organic Chemistry”*

*Крым
26–30 июня, 2006 г.*

**ASOC
CRIMEA 06**

**Мы ждем вас!
Приходите и побеждайте!**

**www.chembridge.ru
olympiada@chembridge.ru**

**г. Москва, ул. М. Пироговская, д. 1
Тел.: (495) 775–06–54 доб. 12–01, 12–19
Факс: (495) 956–49–48**

Задачи для разминки

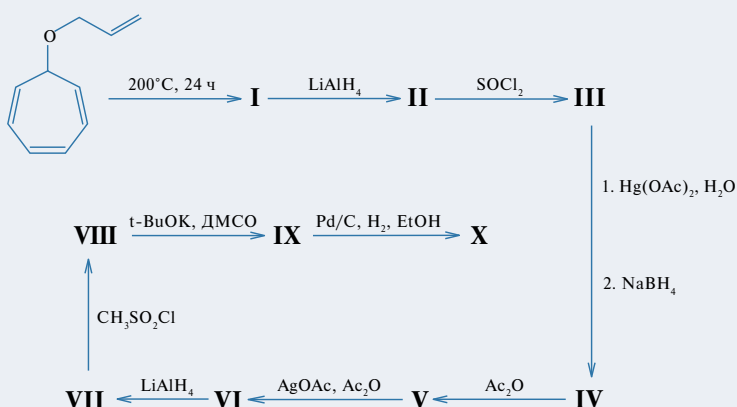


ЗАДАЧА №1

Расшифруйте структуру и схему синтеза углеводорода **X**, приведите механизм образования вещества **I**, если известно:

1. Молекулы углеводорода **X** хиральны, имеют в составе 10 атомов углерода, кратные связи отсутствуют, для каждого из энантиомеров **X** возможно существование только четырех монозамещенных.

2. Схема синтеза углеводорода **X**:



Известно, что для трансформации углеродного скелета вещества **I** до скелета целевого углеводорода **X** необходим 1,2-алкильный сдвиг, который осуществляется в рамках данной схемы синтеза на стадии «**V**→**VI**».

Известно также, что образование вещества **I** – результат последовательности внутримолекулярных перициклических реакций.

ЗАДАЧА №2

Расшифруйте структуру продукта реакции (**X**) и исходных реагентов (**A**, **B**, **C**), предложите механизм реакции и проведите отнесение спектральных характеристик вещества **X**, если известно:



1. Спектральные характеристики **X**:

ИК (тонкая пленка, cm^{-1}): 2981, 1682, 1495, 1480, 1415, 1245, 1174.

ПМР (300.13 МГц, CDCl_3 , м.д.): 1.61 (3H, синглет), 2.09-2.30 (4H, мультиплет), 3.23 (1H, триплет, $J = 3.0$ Гц), 4.95 (1H, триплет, $J = 3.0$ Гц), 6.67–7.20 (9H, мультиплет);

^{13}C ЯМР (75.47 МГц, CDCl_3 , м.д.): 17.8, 23.5, 27.2, 47.8, 77.9, 102.9, 109.5, 116.4, 121.0, 125.2, 126.3, 124.9, 129.0, 136.9, 139.2, 151.8, 169.1.

Масс-спектр (ионизация в электронном спрее, m/z):

307 $[M+H]^+$ (5.4), 214 (13.7), 188 (24.7), 174 (47.6), 134 (100), 120 (5.9).

2. Молекулярный состав реагентов:

A – $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ (ациклическая структура), **B** – $\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{NO}_2$ (содержит бензольное кольцо), **C** – $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$ (содержит бензольное кольцо).

3. Особенности структуры вещества **X**.

Вещество **X** является производным 2,6-диазацикло[2,2,2]октана.

ЗАДАЧА №3

Расшифруйте структуры продукта реакции (**X**) и исходных реагентов (**A**, **B**, **C**), предложите механизм реакции и проведите отнесение спектральных характеристик вещества **X**, если известно:

1. Методика синтеза **X**.

К раствору соединений **A** (2,0 ммоль) и **B** (2,0 ммоль) в 10 мл CH_2Cl_2 при 0°C в течение 5 мин прибавляют раствор соединения **C** в 4 мл CH_2Cl_2 , реакционную смесь выдерживают в течение 48 ч при комнатной температуре, растворитель отгоняют в вакууме, остаток хроматографируют (силикагель, $\text{CHCl}_3/\text{EtOAc}$ (10:1)) и продукт очищают перекристаллизацией (*n*-гексан/ EtOH (1:1)).

Вещество **X** – желтые кристаллы, $T_{\text{пл}} = 146\text{--}148^\circ\text{C}$, выход – 63%.

2. Спектральные характеристики **X**.

ИК (KBr, cm^{-1}): 1739, 1681, 1613, 1230, 1218.

ПМР (300 МГц, CDCl_3 , м.д.): 2.10 (3H, синглет), 2.12 (3H, синглет), 2.67 (3H, синглет), 3.06 (3H, синглет), 3.79 (3H, синглет), 5.96 (1H, синглет), 7.13–7.28 (3H, мультиплет).

^{13}C ЯМР (75.5 МГц, CDCl_3 , м.д.): 18.1, 18.3, 19.0, 53.3, 52.6, 76.8, 91.2, 104.0, 128.7, 128.8, 129.5, 134.5, 135.4, 136.0, 138.6, 161.4, 163.7, 168.4, 175.3, 176.3.

^{15}N ЯМР (30 МГц, CDCl_3 , м.д.): 155.8.

Масс-спектр (электронный удар 70 эВ, m/z (%)): 386 (M^+), 326 (100), 298 (74), 230 (58), 57 (47), 41 (38).

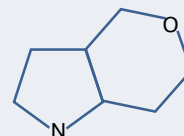
Известно, что общее число сигналов в ^{13}C ЯМР-спектре вещества **X** при нагревании от 20°C до 170°C уменьшается с 20 до 17.

3. Молекулярный состав реагентов.

A – $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$ (ациклическая структура), **B** – $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$ (ациклическая структура), **C** – $\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$ (содержит бензольное кольцо).

4. Особенности структуры **X**.

В структуре вещества **X** присутствует следующая система связей:



Наталья Володина

Похоронная сказка



Мерная зыбь, колыбельная. Лодка качается белая, молочная. Тонька плывет. Глаза у Тоньки серые, волосы светлые в пучок стянуты на затылке. Рука в воду опущена. Не сильно, для вида — пальцы замочить. Страшно: кольнет в сердце крик птичий, дернет что-то за руку, стянет в море — и нет человека. Лишь лодка останется, белая, молочная, цветок анарина, похоронная сказка. Облако.

Если повезет — сегодня не сдернет. Вынесет челнок к лукоморью, вернется Тонька к Михе. На день? На год? До нового плавания.

...Ах!

Не вернется.

— Ты чё, Тоньк, дурная седня? Я говорю, майка у тя супер, а ты пасть раскрыла и на муху смотришь. Опять бабка до-

стала с утра?

— И бабка тоже. Да хрен с ней, с бабкой. Какая-то ночью фигня снилась. Ничё не помню, только облака.

— Белорылые лошадки? — заржала Манька. — Или братья-моряне наведались?

— Дура! Обычные облака. Из ваты.

...Этим летом они с Манькой в один лагерь попали, в пятый отряд. Погоды хреновые выдались, дождливые, и от нечего делать Тонька принялась пересказывать подруге бабкины диковинные сказки, выдавая их за свои воспоминания. Истории были про другой мир, иномирян там разных, необыкновенного парня Миху, проклятие и вселенскую любовь, подлые колдовские колодцы и временные кольца. Непонятно даже, откуда бабка — полуграмотная деревенская старуха, за целую жизнь не прочитавшая ни единой фантастической книжки, — этаких чудес поднабралась. Манька же при-



Художник Е. Станиковы



ФАНТАСТИКА

виновата. В школу опоздала — опять же бабкина вина: расселась поперек кухни в вонючем кресле, не обойдешь. Дождь на улице — бабка накаркала. Война в Уругвае — и тут наверняка без бабки Мухоморихи не обошлось.

Бабка была материна мать. В прежние года старуха тихомирно жила в Зюкайке. Казалось довольно весело приезжать к ней летом на каникулы и лопать клубнику прямо с грядки. Тонька звала ее Бусей, любила и с удовольствием слушала странные старухины сказки — почему-то они назывались «похоронные». Но прошлой зимой парализованную женщину пришлось перевезти в город, и вскоре девочка ее возненавидела. Просто невыносимо, если с тобой в тесной квартирке сосуществует зловонное, безумное, страхолюдное чмо, у которого три цели в жизни: пожрать, нагадить и опозорить Тоньку перед друзьями...

Вот те на! Вход в родной подъезд загоразживала нехилая толпа соседских спин. Девочка нетерпеливо запрыгала, пытаясь заглянуть за живую стену. Ничего не получалось: стояли насмерть. Вдруг внутри подъезда гулко захохотало басом, да так, что народ разом отбросило на улицу. Чужая пакость, Тонька нырнула в образовавшийся проем. На лестнице, расщеперившись, стояло ненавистное чудовище в короткой ночной рубашке и не раз обмоченных панталонах.

— Ты что же это, снова заходила? — ляпнула Тонька первое пришедшее ей в голову.

— Заходила, да! Надо же с людьми счастьем поделиться. Рожденье у меня седня.

— Пойдем домой, Буся, чё нас с мамкой позоришь? — заныла девочка, пытаясь подпихнуть старуху поближе к дверям. — Какое рожденье, ты ж январская!

Бабка стояла крепко, как русские под Москвой. Она оттолкнула внучку, прокашлялась и взревела дребезжащим баском:

— День рожденья-аа, грустный праздник!

Дзынькнуло лопнувшее стекло, взвыл младенец Гуня, зрительствующий на руках мамыши, дядя Петя, инвалид сердечный, выронил банку с пивом, — словом, бабка произвела полный звездец.

Кое-как с помощью любопытных соседней затолкали ее обратно в квартиру и даже к креслу привязали — мало ли что. Мамку с работы вызволили, мол, буянит твоя. Да напрасно. К мамкиному прибегу старуха сидела смиренхонько, мышкой, скромница вся, пенсионерка-ветеранка. И только глазом водянистым на Тоньку тишком зыркала. Непонятно так. Неуютно. Девочка терпела-терпела, да и сбежала в Карьеры на плотках кататься с ребятами. Благо завтра воскресенье, уроки подождут.

Сбежала. Плот качается. Тонька плывет. Глаза Тоньки серые, волосы светлые в пучок стянуты на затылке. Вода в Карьерах грязная, бурая, вместо рыбин тут пятна мазута водятся да пустые бутылки. Лучше в небо смотреть. На

шла в полный эгегей, заучила морянские названия, нарисовала Миху на шортах, пела про мертвую птицу и делала вид, что не сомневается в инопланетном Тонькином происхождении. А теперь вот хихикает, зараза!..

Ко второй перемене Тонька оклемалась и про сон забыла. Васька-дурак, очень кстати подсадивший ей в сумку жирную жабу, был прибит учебником математики навсегда, и жизнь вернулась в то русло, по коему ей следовало бечь.

После уроков, как домой идти, поднялся ветер. Он отрывал от деревьев желто-зеленые листья и разнообразно зверствовал. Тонька, примчавшая в школу в джинсах и новой майке-безрукавке, крепко замерзла. «Полная осень!» — думала она и привычно злилась на бабку. Та считалась виноватой во всех несчастьях. Не только в Тонькиных, а вообще во всех. Друзей в дом стыдно привести — бабка



ФАНТАСТИКА

облака. Белые они, молочные. Цветы анарина из бабкиных сказок. Интересно, эти цветы вроде сирени или, может, на тюльпаны смахивают? Не узнала вовремя. А теперь вместо Буси — чучело огородное, Мухомориха. За это Тонька и ненавидела бабку, за предательство. Была у них на двоих сказка, пусть и похоронная, а теперь кажется, что и от сказки мочой да дерьмом несет. Поэтому и с Манькой тем миром поделилась — не жаль, жрите-давитесь, нам не нужен, испачканный он. В самый раз для Маньки, глуповидной подруженьки. Вон она, на берегу визжит со страху, хоть кататься не собирается. Дурка.

Вернулась к вечеру. Сели ужинать — кусок в горло не лезет: вон непролазная. Это что из своего логова на весь квартал распространяется. И тут мамка — ворчать:

— Все состаримся, и я такой стану, и ты.

— Да сдохнуть лучше! — возмутилась Тонька. — Лет до тридцати доживу, потом и сдохну. Себя убью.

Мать как даст по щеке:

— Дура! Я тебя вырастила, а ты своих должна поднимать. Порядок такой. Людской закон. И меня додержать да схоронить. А без этого ты не человек, а губка березовая, баба пустоголовая.

— А я не человек, — выдохнула Тонька зло. — Морянка. В клетке здесь. Птица певчая, перелетная. Тюкнет в сердце крик, и нет меня. Лишь лодка останется да песня. — И грянула: — День рожденья-а-а! Грустный праздни-ик!

Само как-то слетело с языка. У мамки аж челюсть отвисла:

— Какая лодка? Дожились! И у этой крыша съехала! Может, у нас наследственность больная? Может, и мне судурить пора?

— Белая лодка, вот какая, — буркнула Тонька и быстро убралась в ванную зубы надраивать, пока посуду мыть не заставили...

Ночью ее разбудила мать:

— Вставай, баб Тоня зовет. Кончается, видно. Попрощаться хочет.

Долго ли, коротко ли ночь тянулась, а к утру бабушка и правда померла. Хоронили ее в светлый, тихий денек — огарок бабьего лета. Народу собралось мало, несколько соседских кумушек да запойный инвалид дядя Петя. Тонька была как во сне, не плакала, слезы не выдавливались, все крутилась: ей взбрендилось непременно достать где-нибудь цветов анарина, мол, иначе Буся обидится. Лишь когда одна из соседок принесла мохнатые белые астры и устроила их в изножье гроба, девочка успокоилась, решив: эти подойдут.

На кладбище взрослые первым делом выпили. Попрощались. Снова выпили. Опустили гроб. Выпили. Бросили по горсточке земли. Выпили. Зарыли. Деловито, спокойно. Молча. Привычно.

— Вот тебе и рожденье! — Набравшийся дядя Петя осмелел и разохотился на речь. — Грустный праздник получает... — И замялся. Сказать было нечего.

— Дурак ты, хоть и Петя! — неожиданно для себя звонко выплеснула Тонька, и ее голосок взлетел над соснами. — Думаешь, на двух ногах, так и человек? Червяк ты пьяный, губка березовая. Не умерла Буся, а к настоящей жизни родилась и уже со своим Михой небось целуется! Себя, уродин, пожалейте!

Она зло и бессильно оглядела оторопевших людей, картинно выстроившихся меж стволов, просела на колени, уткнулась лбом в свежий бугорок — жестокое завершение Бусиной сказки, и правда оказавшейся похоронной. И наконец разревелась...

— Кончай выть, девка. Баб Тоня старая была да больная, отмучилась теперь. Царствие ей Небесное.

Тонька подняла голову: над ней возвышалась усталая женщина в деревенском одеянии, неувовимо смахивающая на мамку. На голове повязан черный платок.

— Ну и рыло, пуще пороса изгваздалась! Чё уставилась? Впервые видишь? Айда капусту рубить. Эх, все навыворот ноне: мать — и ту схоронить некогда по-людски. Трудодни, будь они неладны.

Женщина сплюнула, перекрестилась украдкой. Развернулась и быстро зашагала между могилками, торопясь догнать удаляющуюся кучку крестьян.

Тонька снова тупо уставилась на свежий холмик. В голове слегка шумело, — казалось, чешутся мозги. Но сквозь этот шум настойчиво пробивались некие осмысленные звуки. Слова.

Ночной разговор с бабушкой:

— Буся, как же это? А цари были? А на Марс полетят?

— Нету ничего. Ни до, ни после. Временное кольцо. Родовое проклятье. Ради нескольких дней там, с Михой, приходится проживать семьдесят лет здесь. Одни и те же годы. Раз за разом, до тошноты. До отчаяния. Но иначе любовь уйдет от нас.

— Но я ничего не помню о морянах, кроме твоих же рассказов. Может, ты ошибаешься и я — человек?

— Вспомнишь, детка, все придет со временем. Семьдесят лет — долгий срок...

Тонька вытерла рукавом соплю и грязь с физиономии, поднялась с колен, отряхнула старенький сарафан. Нужно идти: видимо, трудодни — дело серьезное.

Капусту рубить девочка, разумеется, не умела. Интересно, чем же Миха такой особенный, коль ради него не жаль пойти на подобные жертвы? «Надо бы вспомнить поскорее», — подумала Тонька озабоченно и, путаясь в длинном подоле, побежала вслед за сельчанами.





www.vt21.ru



VII Международный форум

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

VT XXI
2006

- Международная выставка «VT XXI-2006»
- Международная конференция
- Конкурсная программа

Москва, 24-27 апреля 2006

Выставочный комплекс ЗАО «Экспоцентр» на Красной Пресне

Участвуют отечественные и зарубежные высокотехнологичные компании, предприятия оборонно-промышленного комплекса, Российская академия наук, малый бизнес.

Главной организатор: При поддержке:

010-3800-
(040-38010-3800)Съ
Тел: (095) 331-05-01, 331-35-95
Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00
E-mail: vt21@vt21.ru

Правительство России



Форум проводится под патронажем Торгово-промышленной палаты Российской Федерации



4-ая Международная специализированная выставка
«МИР БИОТЕХНОЛОГИЙ» 2006»

Международная конференция «БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА»



14-17 марта 2006

Москва, Новый Арбат, 36/9 (здание Правительства Москвы)

Тематика выставки

Весь спектр биопродуктов для фармацевтической и пищевой промышленности, АПК, ветеринарии, геологии, промышленного производства, а также биоагенты для охраны и восстановления окружающей среды. Биологически-активные добавки. Тест-системы для ИФА, определения алкоголя и наркотических веществ. Биокатализ и биокаталитические технологии. Питательные среды. Процессы и аппараты для биотехнологического производства и лабораторных исследований. Биопрепараты для медицины и косметологии, а также готовые продукты на их основе. Лабораторно-аналитическое оборудование и биоаналитические комплексы. Промышленная и лабораторная безопасность.



Тематика конференции

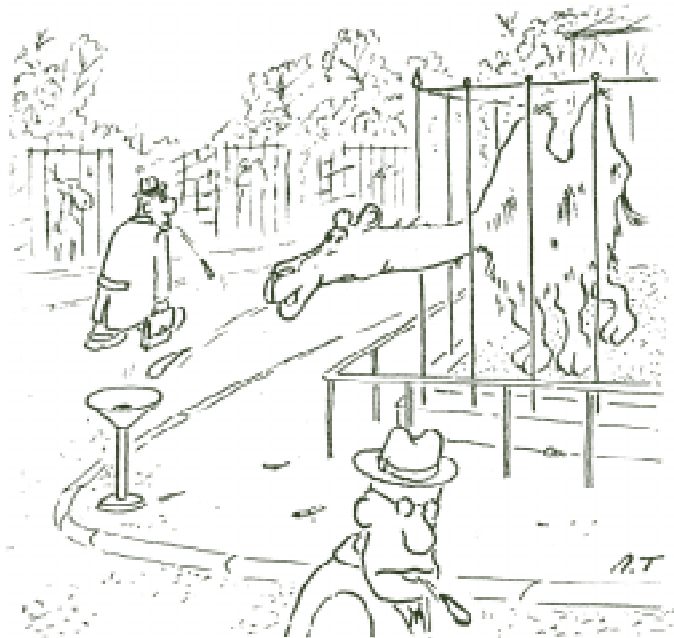
- I. Новые технологии биофармацевтики:**
 - нанотехнологии
 - биоинформатика
 - генноинженерные методы
 - новые лекарственные формы
- II. Биотехнология в основных направлениях медицины:**
 - онкологии
 - антибактериальная терапия (антибиотиками, пептиды)
 - иммунология (вакцины, иммуномодуляторы, аллергология)
 - вирусология
 - кардиология
 - эндокринология
 - нейробиология и психотерапия
 - энзимотерапия
- III. Кровезаменители и парентеральное питание**
- IV. Клеточная биотехнология**
- V. Фитобиотехнология**
- VI. Аналитическая биотехнология**
- VII. Фармакоэкономика**

Организаторы:

Правительство Москвы, Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации, Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации, Министерство природных ресурсов РФ, Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации, РАН, РАМН, РАСХН, Российский фонд фундаментальных исследований, Торгово-промышленная палата Российской Федерации, Российский союз химиков, ЗАО «Экспо-биотех-технологии».

www.mosbiotechworld.ru www.expobiochim.ru

(095) 933-90-51, 933-90-54, 939-72-85



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Две из ста сорока

Американские исследователи застали двух горилл «с поличным»: животные использовали в своей повседневной жизни орудия труда.

Сотрудники нью-йоркского филиала Общества защиты дикой природы наблюдали в конголезских джунглях за поведением 140 горилл. Никогда раньше дикие гориллы не бывали замечены в применении каких-либо приспособлений.

В отличие от шимпанзе, активно прибегающих к разным ухищрениям для добычи пропитания, гориллы в основном полагаются на свои размеры и силу. Они с легкостью разгрызают орехи, ударом кулака разрушают термитники. В неволе они порой демонстрируют не меньшую, чем шимпанзе, сообразительность, но увидеть нечто подобное на воле пока не удавалось никому.

Томасу Брейеру и его коллегам очень повезло. Первой их порадовала горилла по имени Лея, на пути которой лежал глубокий пруд. Сделав несколько шагов, обезьяна вернулась на берег, взяла удобную палку около метра длиной и вновь вошла в воду. Прежде чем шагнуть, она опускала ее в воду, измеряя глубину. Таким образом Лее удалось отойти от берега метров на десять. По словам Брейера, все это удивительно напоминало поведение человека, оказавшегося в сходной ситуации (по сообщению агентства «News Nature» от 30 сентября 2005 года). А глубина исключительно важна для горилл, которые, по всей видимости, плавать не умеют.

Другая особь, Эфи, отправилась на поиски пищи в болотистую местность, захватив палку длиной метр тридцать и шириной пять сантиметров. Поначалу она опиралась на нее, как на костыль, когда же земля под ногами стала слишком топкой, положила палку и пошла по ней как по настилу.

Правда, таких умниц среди ста сорока обезьян оказалось всего две. А потому авторы работы сделали вывод, что большинство горилл, очевидно, не отличаются большим умом и не столь сообразительны, как шимпанзе. Впрочем, теперь, увидев гориллу с палкой в руке, удивляться уже не придется. По мнению Эндрю Уайтена из британского университета Сент-Эндрю, многие ученые были бы счастливы наблюдать нечто подобное. К сожалению, пока это мало кому удавалось!

Е. Сутоцкая

Пишут, что...



...десятая планета Солнечной системы, возможно, не получит имени из греческой мифологии, а будет названа «Лида» в честь дочери американского астронома Майкла Брауна, который одним из первых подтвердил ее существование («Земля и Вселенная», 2005, № 5, с.14)...

...создана технология передачи информации с помощью лазерного луча, чтобы спутники, находящиеся на разных орбитах, могли обмениваться данными (New Scientist.com news service, 9 декабря 2005)...

...основное количество данных по скорости движения литосферных плит в настоящее время получают с помощью GPS («Геотектоника», 2005, № 6, с.20)...

...вопреки распространенному мнению, атмосферные туманы и дымки чаще формируются в циклонах, чем в антициклонах («Оптика атмосферы и океана», 2005, т.18, № 8, с.725)...

...опубликованы данные по облучаемости персонала за 50 лет первой в мире АЭС, построенной в Обнинске («Ядерная энергетика», 2005, № 2, с.57)...

...среднегодовые затраты на НИОКР в процентах к ВВП в России начала века в два раза ниже, чем в США, а чистые поступления от экспорта технологий к затратам на НИОКР — на том же уровне («Вестник РАН», 2005, т.75, № 10, с.892)...

...компания «MIT Media Lab» разработала портативные компьютеры для школьников стоимостью около 90 долларов и планирует начать крупные поставки таких компьютеров в конце 2006 года («PC Magazine/Russian edition», 2005, № 11 (173), с.48)...

...IBM в сотрудничестве с Лоренсовской Ливерморской национальной лабораторией создала суперкомпьютер «Blue Gene/L», который, по мнению разработчиков, совершит прорыв в биологических и медицинских исследованиях («IBM journal of research and development», 2005, т.49, № 2/3, с.189—500)...

Пишут, что...



...по мнению академика Л.А.Пирузяна, пора официально ввести в медицинскую практику понятие о «метаболическом паспорте» пациента, в котором описан индивидуальный набор ключевых ферментов, участвующих в обмене веществ («Доклады Академии наук», 2005, т.404, № 6, с.839)...

...расшифрован и проанализирован геном собаки — двенадцатилетнего боксера по имени Таша («Nature», 2005, т.438, № 7069, с.803)...

...за развитие возрастных патологий, возможно, несет определенную ответственность мелатонин — гормон эпифиза, связанный с суточными ритмами («Патологическая физиология и экспериментальная терапия», 2005, № 4, с.32)...

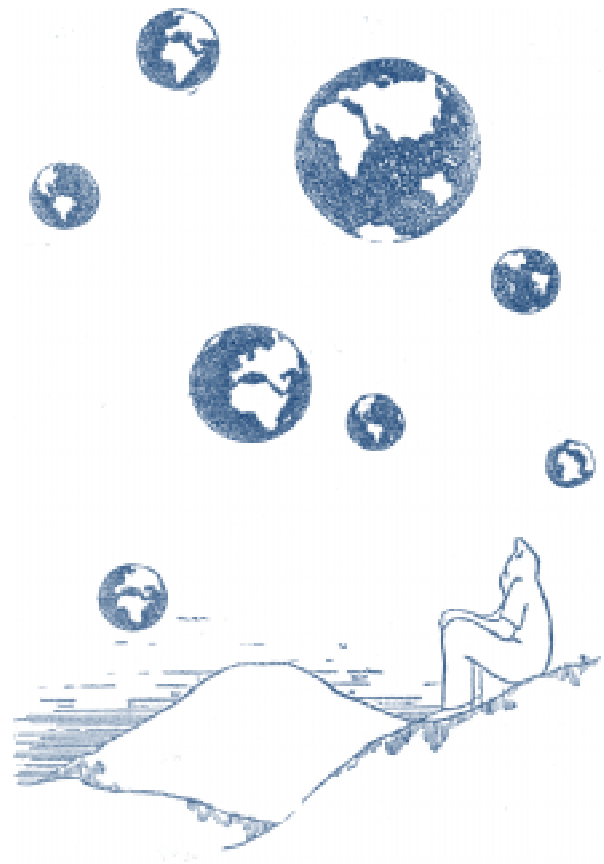
...человеческая слеза — перспективный объект для лабораторного анализа, в частности для выявления маркеров опасных вирусных инфекций («Лабораторная диагностика», МЗ Украины, 2005, 3(33), с.67)...

...сравнительный анализ формирования вокальных сигналов у детенышей степной и домашней кошки показал, что домашние котята позже начинают издавать агрессивные звуки, а степные мяукают более низкими голосами («Зоологический журнал», 2005, т.84, № 11, с.1402)...

...вселение моллюска дрейссены в водоем-охладитель Хмельницкой АЭС вызвало существенные помехи в работе оборудования («Вестник зоологии» НАНУ, 2005, т.39, № 5, с.74)...

...секретная служба Оливера Кромвеля пользовалась неким химическим методом быстрого копирования писем, возможно, аналогичным фотографированию без гипосульфитного фиксажа («Изобретатель и рационализатор», 2005, № 10, с.23)...

...среди проектов летательных машин Леонардо да Винчи были не только орнитоптеры с машущими крыльями, но и конструкции, подобные современным монопланам или управляемым парашютам («Вопросы истории естествознания и техники», 2005, № 3, с.57—69)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Под созвездием Дельфина

Как узнать, что пора обращаться к Дельфийскому оракулу? Оказывается, для этого нужно внимательно смотреть на звезды. К такому выводу пришли аспиранты Школы археологии и античной истории Лестерского университета (Великобритания) Алан Солт и Ефросиния Буцькас, размышляя над древним календарем крестьянина, изложенным в книге Гесиода. «В его советах, когда начинать посевную той или иной культуры, очень часто упоминается восход какой-нибудь звезды. Как-то раз, рассматривая карту звездного неба, я обнаружил, что созвездие Дельфина появляется в западной части неба в конце декабря — начале января. Именно в это время во многих греческих городах приносили жертвы Аполлону Дельфийскому. Тут я задумался: а не подчинялся ли религиозный календарь тем же принципам, что и сельскохозяйственный?» — рассказывает Алан Солт.

Однако в самих Дельфах жертвы Аполлону приносили на месяц позже, в начале февраля. Как же разрешить это противоречие? Ефросиния съездила на родину в Грецию и обнаружила, что, поскольку с запада от дельфийского храма Аполлона расположен высокий хребет, восход созвездия Дельфина над ним запаздывает как раз на месяц по сравнению с городами, расположенными на равнине («Antiquity», 2005, сентябрь).

Так и получилось, что древние греки из других частей страны имели достаточно времени для того, чтобы доплыть до оракула и задать ему свой вопрос. При этом им было совершенно все равно, по какому календарю меряют дни и годы пифии: паломники отправлялись в путь, увидев Дельфина в своем родном небе. Кстати, календарь в Дельфах действительно отличался от того, каким пользовались, например, в Афинах. К сожалению, сегодня увидеть восход созвездия Дельфина в Дельфах может далеко не каждый: его звезды маленькие и электрическое освещение поселка мешает их разглядеть.

С.Анофелес



Утки зимней Москвы

Ирине СТУЛОВОЙ, вопрос из интернета: *Люминал могут назначать новорожденному при желтухе как средство, ускоряющее метаболизм билирубина в гепатоцитах (клетках печени); поскольку препарат это сильнодействующий, очень важно соблюдать правильную дозировку и режим приема.*

В.В.ЗАХАРОВУ, Новосибирск: *Мисцелла — раствор древесных смолистых веществ, получаемый в результате экстракции осмолы (кусков древесины сосны или кедра, из которых добывают скипидар, смолы, масла и пр.).*

Д.А.ДЕЛОСУ, Тула: *Вы ошибаетесь, палеонтологи располагают не только косвенной, но и самой что ни на есть прямой информацией о рационе древних людей, полученной, в частности, при анализе копролитов — окаменевших экскрементов; прямее, как говорится, некуда.*

А.М.ПУТИЛИНУ, Москва: *Весьма подробные сведения о содержании железа и кальция в организме можно найти в книге «Человек: медико-биологические данные», пер. с английского Ю.Д.Парфенова (М.: Медицина, 1977).*

М.Н.СЕРАФИМОВОЙ, Калуга: *Мнения специалистов по поводу того, хорошо ли отстирывает белье так называемая ультразвуковая стиральная машинка, расходятся кардинально, зато получены интересные экспериментальные данные о ее побочном действии: звук, который эта машинка издает в процессе эксплуатации, замечательно отпугивает тараканов.*

В.М.ПРОСТИТЕНКО, Санкт-Петербург: *Тот факт, что в начале XXI века бандероль путешествует из Москвы в Петербург со средней скоростью менее одного километра в час, не внушает оптимизма, но в то же время объясняет, за что мы так любим электронные средства связи.*

ПИСАТЕЛЯМ-ФАНТАСТАМ: *Рассказы авторов, ранее не публиковавшихся в «Химии и жизни», наш литературный отдел отбирает строго по результатам конкурса, который ежегодно проводится в интернете, на сайте «СамИздат» (<http://zhurnal.lib.ru>); с итогами прошлогоднего конкурса можно ознакомиться по адресу <http://zhurnal.lib.ru/h/hij/>.*

А.П.ГУБАНОВУ, Самара: *Спасибо за ссылку на статью из журнала «Свет: Природа и человек», всей редакцией читали и радовались: «В человеческой ДНК четыре нуклеиновые кислоты образуют 64 кодона, из которых у современного человека постоянно включены только 20, остальные инертны и не работают»; ну что бы автору, прежде чем писать статьи об эволюции человека и о роли в ней Творца, пролистать школьный учебник...*

Что позволило уткам остаться в городе зимой? Ведь все они, больше сорока видов, перелетные птицы. Осенью им полагается стаями сняться с родных болот и устремиться в края, где вода не замерзает. А дело в том, что благодаря человеку некоторые участки рек в городах, например там, где сбрасывают теплые воды с электростанций, перестали замерзать даже в лютый мороз. Значит, далеко лететь в поисках чистой ото льда воды не обязательно. Лет сорок назад первыми это сообразили кряквы (*Anas platyrhynchos*) — самые обычные дикие утки. Неприхотливые и непугливые, они быстро привыкли жить рядом с людьми и уверенно освоили зимний город. Орнитологи обратили на зимних уток внимание и в 1980-х годах сначала в Москве, а затем и в других городах Центральной России начали ежегодно пересчитывать водоплавающих «горожан». Как оказалось, число видов городских зимовщиков постепенно растет, но крякв все равно больше: ныне их число в зимней Москве превышает тридцать тысяч!

Ведут себя городские утки по-разному. В парках, у плотин и мостиков, где часто ходят люди, собираются небольшие группы птиц-попрошак. Они не боятся человека, а многие остаются здесь на лето и обзаводятся потомством. На безлюдных водоемах, где источники корма не связаны с людской благотворительностью, утки собираются в большие, до нескольких тысяч, стаи и предпочитают держаться на почтительном расстоянии от людей. Большинство их в апреле, когда начинают разливаются реки, улетают из города.

Очень красивая московская утка — обыкновенный гоголь (*Vulpesphala clangula*). Еще 30 лет назад его считали редкой залетной птицей Подмосковья. И не зря. Гоголь — лесная утка, живет к северу, на таежных водоемах. Этих птиц сначала привезли в Московский зоопарк, затем поселили на ВДНХ, а в другие парки с водоемами гоголи перебрались сами. На Москве-реке возникли постоянные зимовки, где теперь собирается несколько сотен гоголей, и число их растет.

Почти ежегодно на Москве-реке, иногда залетая на незамерзающие участки прудов, останавливаются и оста-

Огарь

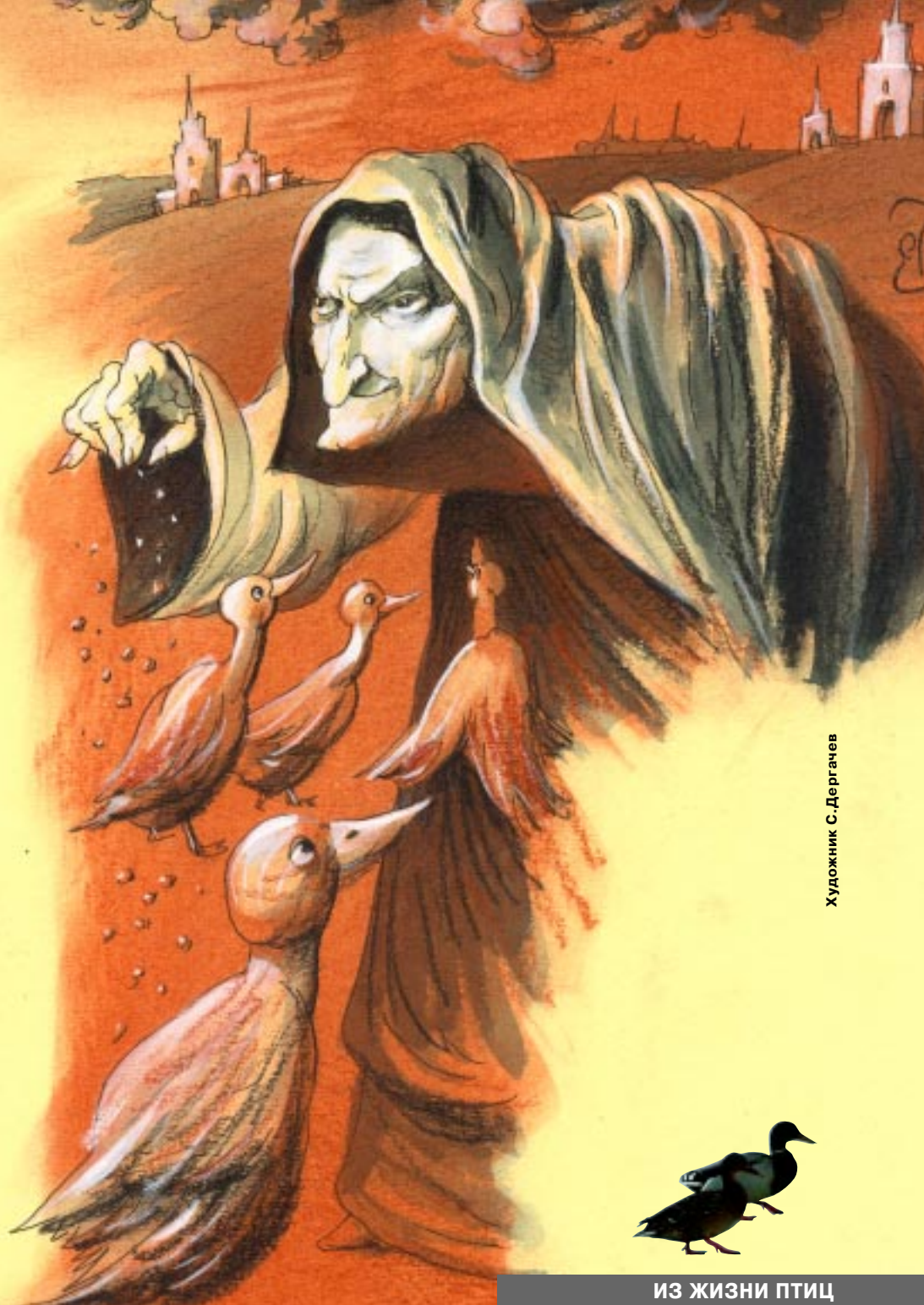


ются на зиму красноголовые нырки (*Aythya ferina*). В Московской области эти птицы постоянно жили уже в конце XIX века, а перейти к зимовкам в средней полосе помогла привычка некоторых молодых птиц надолго задерживаться осенью в местах гнездования.

Хохлатых чернетей (*Aythya fuligula*) в средней полосе всегда было меньше, чем красноголовых нырков, — эта птица лишь оставалась на отдых во время перелетов. После начала масштабного гидротехнического строительства чернети сумели прижиться на новых водохранилищах, например на Московском море. Сейчас в Москве ежегодно зимует до 70 хохлатых чернетей.

Одна из самых необычных московских птиц — несомненно, ярко-рыжий огарь, или красная утка (*Tadorna ferruginea*). Этот вид акклиматизировали сотрудники зоопарка в 1950-х годах. Зимой все 400 московских огарей отсиживаются «дома» в зоопарке, и лишь одиночки случайно могут встретиться горожанам на полях. Но уже в марте огари разлетаются по еще замерзшим прудам, и тогда водоемы оглашаются совсем не городскими стонущими и курлыкающими звуками. Часть московских огарей помечена: на лапки птиц надеты зеленые пластиковые кольца с номерами. Увидите — сообщите место и номер в Союз охраны птиц России! Учет уток в городах каждый год проходит в январе, и этим полезным делом может заниматься каждый желающий. Надо только связаться с местным координатором Союза.

Кандидат биологических наук
К. В. Авилова



Художник С. Дергачев

ИЗ ЖИЗНИ ПТИЦ



Кряквы



Самец красноголового нырка



Самец хохлатой чернети



Гоголи

International Symposium Advanced Science in Organic Chemistry

International Organizing & Scientific Committee

I. P. Beletskaya (Chairman)
S. A. Altshteyn
S. A. Andronati
V. Ya. Chirva
M. N. Preobrazhenskaya

Plenary Speakers

Y. N. Bubnov	V. P. Kukhar'
V. N. Charushin	F. A. Lahvich
V. P. Chernykh	M. O. Lozinsky
O. N. Chupakhin	B. A. Trofimov
U. M. Dzhemilev	P. F. Vlad
M. P. Egorov	M. S. Yunusov
A. I. Konovalov	

Media Sponsors

Chemistry of Heterocyclic Compounds
Mendeleev Communications
Russian Chemical Bulletin
Russian Chemical Reviews
Russian Journal of Organic Chemistry



www.asoc.ru
asoc@chembridge.ru
+7 495 775 06 54

