

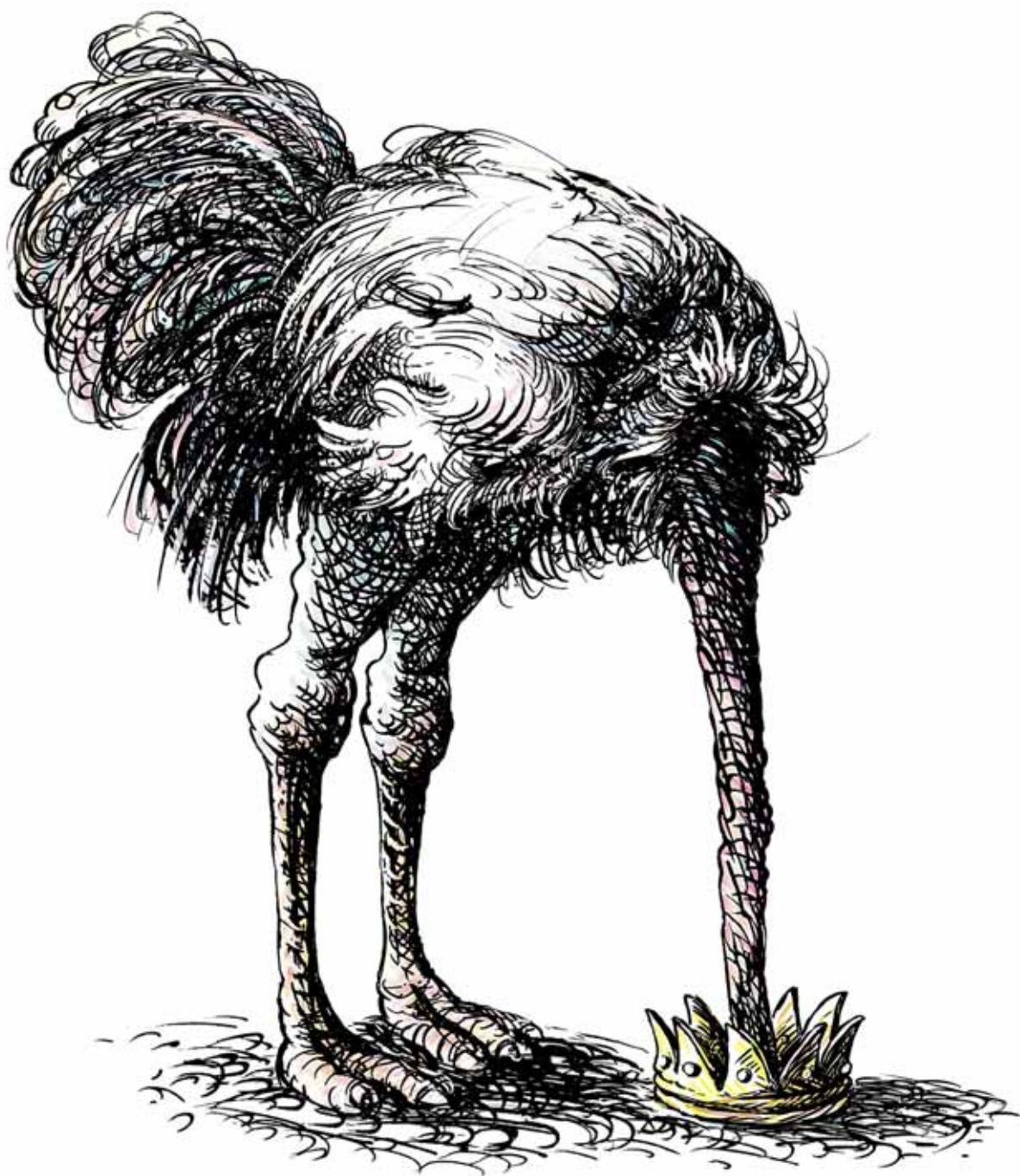


₹

5

2012

ПНЗМЖ И РИМЖИХ







Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег.№ 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 3.05.2012

Адрес редакции

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

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа Денисе ван Леувен. Человек
считает себя неизмеримо выше зверей
и птиц, и тем поразительнее сходство
между нами и «братьями меньшими».
Читайте об этом в статье «Такие же,
как мы».*

*Каждый день следует прослушать
хоть одну песенку, посмотреть
на хорошую картину и, если возможно,
прочитать хоть какое-нибудь
мудрое изречение.*

Иоганн Вольфганг Гете

Содержание

Проблемы и методы науки

КТО ЖИВЕТ В ОЗЕРЕ ВОСТОК. Е.Клещенко 2

Интервью

«СОЗДАТЬ ЛАБОРАТОРИЮ АСТРОБИОЛОГИИ». С.А.Булат 4

Дискуссии

СНОВА О ПЕРВОЙ НАНОПЯТИЛЕТКЕ. Л.Стрельникова 6

Проблемы и методы науки

ГЕОМЕТРИЯ БЕЛКОВЫХ ТЕЛ. Р.В.Борозняк..... 8

Вещи и вещества

ЩЕДРЫЙ ДАР ЦЕРЕРЫ. В.К.Иванов, А.Б.Щербаков, Н.М.Жолобак..... 14

Размышления

ИНТЕРЕС К НАУКЕ: ДАЙТЕ МИКРОСКОП! Л.Викторова 18

Эксперимент

ИНСТРУКЦИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПЛАНЕТ. С.М.Комаров 24

Технологии

ГЕРМАНИЙ ИЗ ЗОЛЫ. Л.Я.Кизильштейн..... 28

Тематический поиск

ТАКИЕ ЖЕ, КАК МЫ. Е.Сутоцкая..... 32

Проблемы и методы науки

ЭКСПЕРТ И МУДРАЯ ТОЛПА. Н.Л.Резник 34

Нанофантастика

БОЛЬШОЙ БРАТ ЧИХАЛ НА ТЕБЯ. Ирина Истратова..... 37

Свет мой, зеркальце, скажи...

УТОМЛЕННЫЕ ЦВЕТЫ. М.Демина..... 38

Технологии

КОМАРЫ? НЕТ, СПАСИБО! А.В.Разуваев 43

Архив

ОДЕЖДА ДЛЯ БАМа. З.А.Роговин..... 47

Болезни и лекарства

КОЛБАСНЫЙ ЯД КАК СРЕДСТВО ОМОЛОЖЕНИЯ. В.Лешина 48

Дневник наблюдений

РАСЧЕТЫ МАНЯЩЕГО КРАБА. Н.Анина..... 52

Что мы едим

СПАРЖА. Н.Ручкина..... 54

Фантастика

ДЕРЕВЕНЩИНА. Майк Гелприн..... 56

Имена минералов

ЕЩЕ НЕМНОГО ХИМИКОВ И ФИЗХИМИКОВ. И.А.Леенсон 64

ИНФОРМАЦИЯ	12, 13, 21	КНИГИ	61
------------	------------	-------	----

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	21	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
-----------------	----	------------------	----

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	22	ПИШУТ, ЧТО...	62
---------------------------	----	---------------	----

ПЕРЕПИСКА	64
-----------	----

Кто живет в озере Восток

Е. Клещенко

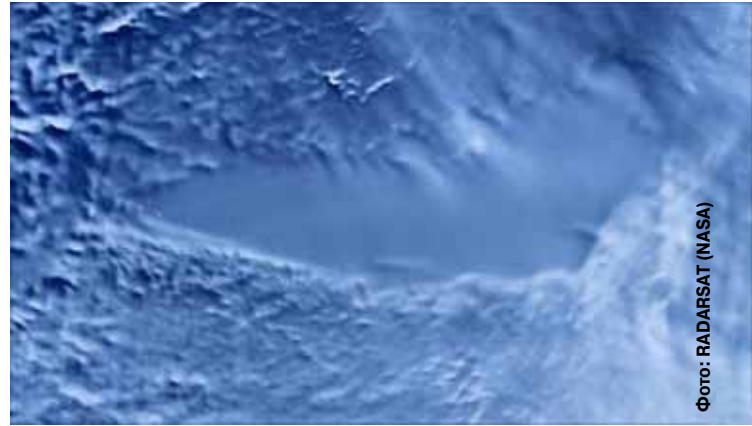
Одноклеточные умеют жить везде — по крайней мере, так кажется, когда перечисляют примеры необыкновенных экологических ниш. Одни обосновались в подставках для пивных кружек. Другие — на дне морском, на ржавеющих останках «Титаника»; о *Halomonas titanicae* мы писали в мартовском номере, в той же статье, где рассказывалось о бактериях, живущих в воде с рН 9,8 и концентрацией мышьяка около 200 мкМ. Третьи — в кипящей воде. Четвертые — внутри пористых камней.

В картонных кружочках, пропитанных пивом, вероятно, живется неплохо. И в темноте на дне океана, где невозможен фотосинтез, и даже внутри камня, где очень мало органики, жить можно. Хемолитотрофы — существа, которые не нуждаются ни в органических веществах, ни в освещении, чтобы получать энергию (этим они отличаются от органотрофов и фототрофов). Они питаются неорганическими молекулами и ионами — донорами и акцепторами электронов. Например, Fe^{2+} (донор) в клетке железобактерии окисляется до Fe^{3+} , электроны поступают в дыхательную цепь и служат для производства АТФ. Акцептором электронов может быть кислород, если любитель экстремальных условий обитает там, где он есть, но многие обходятся и без кислорода, а используют окисленные соединения серы — в основном сульфаты. А где есть энергия, там будет и все остальное. Разумеется, нужны еще как минимум источники углерода, азота и фосфора — без них не сделать ни белков, ни липидов, ни ДНК с РНК, ни той же АТФ. Но эти источники также могут быть неорганическими. «Литотрофы» по-гречески означает «те, кто ест камни».

А можно ли жить там, где и камней нет, в чистой ледяной воде и полной темноте? Не исключено, что ответ мы узнаем в течение года.

Озеро Восток — крупнейшее среди известных на сегодня антарктических подледных озер и наиболее подробно изученное. Название оно получило в честь советской, ныне российской с международной группой исследователей, научной станции «Восток» (77° южной широты, 105° восточной долготы). Станция стоит на ледяном щите толщиной около четырех километров, а под ним — огромный водный массив. Площадь озера Восток — около 15,5 тысяч км² (у Байкала, для сравнения, 31,7 км²), глубина — более 1200 м.

Откуда берется вода под антарктическим льдом? Еще в XIX веке русский революционер и ученый П.А. Кропоткин предположил, что массивные ледники согревают сами себя — чем глубже, тем выше температура, как и в скважинах, ведущих в толщу земной коры. Следовательно, на определенной глубине будет достигнута температура таяния. В 50—60-е годы XX века были разработаны теоретические представления о тепловых процессах в ледниках. В частности, член-корреспондент РАН И.А. Зотиков, известный гляциолог и писатель, провел расчеты теплообмена в леднике, которые показывали, что под ледовым щитом Антарктиды, в том числе и под станцией Восток, должны быть настоящие моря. У нижней границы льда температура должна повышаться до -2°C (на поверхности среднегодовая температура -55°C). А поскольку давление под тяжестью ледника около 400 атмосфер, этого вполне достаточно для таяния. В глубине озера должно быть еще теплее — озеро Восток дополнительно могут согревать гидротермальные источники. Кроме того, эта вода должна быть богата воздухом, а значит, и кислородом: его приносит ледник, который опускается и тает в северной части озера (атмосферный лед, сформированный из снега, всегда содержит воздух).



Озеро Восток

Из расчетов вырисовывалась потрясающая картина: море пресной воды в глубинах ледника, вечно погруженное во тьму и сжатое огромным давлением, но сравнительно теплое и теоретически пригодное для жизни. Да, и еще изолированное монументальной ледяной «крышей» от биосферы Земли (теперь мы знаем, что эта область Антарктиды не «оттаивала» на протяжении как минимум 14 млн лет).

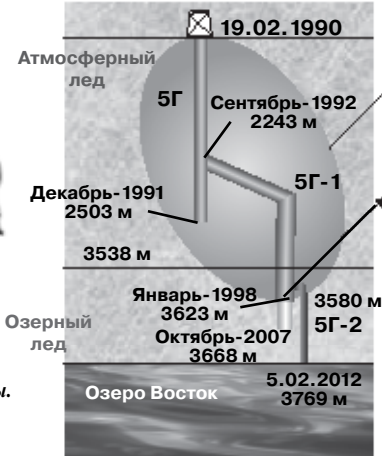
Гипотеза И.А. Зотикова получила прямое подтверждение, когда в 60-е годы в скважине глубиной 2 км у американской станции Берд обнаружили пресную воду. Но еще до того под руководством члена-корреспондента АН СССР А.П. Капицы на станции «Восток» в 1959 и 1964 годах проводилось сейсмическое зондирование. Его целью было определить толщину ледника. Зондирование дало двойной приемный сигнал, словно он отражался от неких двух сред, — это интерпретировали как два слоя осадочных пород на дне. Лишь 30 лет спустя возникло правильное представление (оно появилось в первую очередь благодаря радиолокационным данным): первый сигнал — отражение от границы льда с водой, а второй — от границы «вода — осадочные породы».

Годом открытия озера Восток считается 1994-й. Данные сейсмического зондирования, авиационного радиолокационного профилирования, которое выполняли американские, английские и советские специалисты, а также данные о высоте дневной поверхности ледника, полученные с европейского исследовательского спутника IRS-1, принесли достоверную информацию о существовании огромного подледного озера в Центральной Восточной Антарктиде. Первое официальное сообщение об открытии озера Восток сделал А.П. Капица в августе 1994 года на совещании Научного комитета по антарктическим исследованиям в Риме.

В 1990 году на станции «Восток» начали бурить скважину, получившую название 5Г — «пятая глубокая». (Отклонения от основного ствола скважины, 5Г-1 и 5Г-2, которые мы видим на рисунке, были сделаны из-за потерь бурового снаряжения в результате аварий; таких событий было два.) Бурение с распределением обязанностей и полученного материала (сегментов ледяного керна) до 1998 года вели советские, французские и американские ученые в рамках трехстороннего соглашения, а с 1998 года и до сего дня бурение продолжает только Россия (Франция участвует лишь в анализе льда). Основной целью работ изначально была палеоклиматическая реконструкция. Измерения концентраций дейтерия и ¹⁸O, а также углекислого газа и метана в образцах льда позволили получить информацию об изменениях климата в Центральной Антарктике на протяжении 420 тысяч лет. Так, стало понятно, что климат Земли изменяется циклически, потепления сменяются оледенениями, причем продолжительность полного цикла составляла



Скважина 5Г — 22 года упорной работы. Слева — станция «Восток» и озеро Восток на карте Антарктиды



Россия — Франция — США
Совместный проект

Работы приостановлены
почти на 8 лет



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

около 100 тысяч лет. В целом анализ выявил четыре таких цикла оледенения — потепления в прошлом нашей планеты. В 1996 году скважина достигла глубины 3539 м, причем состав и структура льда изменились — можно было с уверенностью сказать, что это уже не сам ледник, а вода подледного озера, намерзшая на подошву ледника. К 1998 году бурение довели до глубины 3623 м — и по настоянию Научного комитета по антарктическим исследованиям, а также в связи со сложным положением российской экономики работы были остановлены почти на восемь лет. До поверхности воды оставалось около полторы сотни метров, и нужно было ответить на вопрос: все ли сделано, чтобы исключить возможность загрязнения уникального озера?

Скважина заполнена буровой жидкостью, основной компонент которой — авиационный керосин с добавкой фреона как утяжелителя для выравнивания «горного» давления в скважине по мере углубления. Слова «керосин» и «фреон», конечно, не могут нравиться борцам с загрязнением, однако буровая жидкость не должна замерзнуть в условиях Антарктики, а будучи гидрофобной и легче воды (0,91 г/см³), она с водой не смешивается. Тем не менее российским специалистам порекомендовали разработать максимально безопасную технологию бурения, которая исключила бы малейшую опасность загрязнения реликтовых вод.

Министерство науки объявило в конце 1999 года конкурс на безопасную технологию бурения в скважине Восток и последующего проникновения в воды озера. Победителями стали специалисты из Горного института и НИИ Арктики и Антарктики (Санкт-Петербург). Эта технология признана действительно безопасной, писали о ней много. Но поскольку даже сейчас, десятилетие спустя, проницательные читатели научных новостей все еще отпускают комментарии вроде «представляю буровиков в стерильной одежде» или «теперь там есть жизнь», скажем несколько слов о физических принципах технологии. Стерильная одежда на буровиках ничему не поможет и не помешает, дело совсем в другом.

Как уже говорилось, вода в озере находится под высоким давлением. Экологически безопасная технология использует эффект недокомпенсации давления в скважине на десятки атмосфер — в тот момент, когда бур войдет в контакт с водой, не буровая жидкость пойдет в озеро, а вода из озера по простому физическому принципу поднимется в скважину на высоту, соответствующую разнице в давлении, в озеро же ничего не попадет.

Обсуждения и согласования новой технологии на всех уровнях заняли несколько лет. А в 2003 году состоялись ее незапланированные «испытания» в Гренландии (скважина NGRIP) и в Антарктиде на Земле Королевы Мод (скважина EPICA-2). Там тоже бурили скважины, в которых неожиданно оказалась вода. Поскольку бурят всегда при недокомпенсации давления, когда это произошло, уровень буровой жидкости повысился — ее «приподняла» вода, как и обещали российские специалисты.

Зимой 2005—2006 годов, то есть антарктическим летом, бурение продолжили и вновь получили ледяной керн озерного льда с глубины 3650,43 м. (Здесь и далее «озерным льдом» мы

зываем воду озера, которая очень медленно, со скоростью около 10 мм в год, намерзает на подошву ледника снизу, в отличие от атмосферного льда, прирастающего сверху.) До проникновения оставалось около 100 метров, однако достичь незамерзшей воды удалось не сразу. В сезон 2008—2009 годов произошла авария — потеря бурового снаряда. Пришлось начать бурение «в обход», отступив вверх до 3580 м (Эта скважина получила название 5Г-2.) Наконец, совсем недавно, 5 февраля 2012 года, исследователи достигли цели. Глубина ледника в точке проникновения составила 3769,3 м.

Воду озера, замерзшую в скважине, в следующем сезоне (декабрь 2012 — январь 2013 года) разбурят заново и отправят для анализа в лаборатории. Приборы, опущенные в озеро, и прямое исследование воды — в планах, начиная с 2013—2014 годов. Найдется ли в этих пробах что-нибудь живое?

По данным лабораторных исследований керна озерного льда, вода под ледником чистой. Органического углерода, основного материала для построения биомолекул, в ней не более 20 мкг на литр. Зато кислорода в избытке — 0,7—1,3 мг/л, в сто — двести раз выше, чем в обычных водоемах. Ближе к леднику, в верхних слоях озерного льда, есть небольшие включения слюды и глины с обломками различных минералов. Вода практически пресная, содержание сульфатов и карбонатов ничтожно. В общем, если в озере Восток и живет кто-то, жизнь у него нелегкая. Донорами электронов могут быть молекулы водорода и, возможно, сульфиды, акцепторами — сульфаты и кислород (в минеральных включениях), и других источников энергии не предвидится.

В полученных из скважины образцах льда следы жизни искали еще раньше — и находили. Пробы брали на разной глубине: и в толще ледника, состоящего из атмосферного льда, и в слоях озерного льда. Число живых клеток обычно не превышало двух десятков на миллилитр. (Более высокие значения, полученные в некоторых работах, — по-видимому, артефакты, вызванные загрязнением.) Исследовали и ДНК в пробах (для тех, кто понимает, — амплифицировали последовательности микробных генов рибосомной 16S РНК). Поиск биообъектов в настолько бедном ими образце — такое же сложное дело, как выделение древних ДНК (см. «Химию и жизнь», 2009, № 6), и методически чем-то похоже. Верхний слой ледяного керна аккуратно счищают, отмывают от керосина, затем стерилизуют (от чужеродной ДНК в том числе) озоном и промывают ультрачистой водой в специальных помещениях, сертифицированных по классу чистоты. (К примеру, в комнате класса 10 000 с ламинарными кабинетами класса 100, что означает менее 100 частиц размером меньше 0,5 мкм в кубическом футе воздуха.) Амплификацию молекул ДНК также проводят особым образом, и каждую находку сравнивают с ДНК-библиотекой потенциальных видов микроорганизмов-контаминантов, то есть загрязнителей, которые могли попасть в пробу на любом этапе. Когда мы будем искать жизнь во взвешенных мирах, покрытых льдом, таких, как спутник Юпитера Европа, эти наработки нам пригодятся.

Интересный факт: ученые из Института ядерной физики в Санкт-Петербурге и сотрудники Лионского университета во Франции

«Химия и жизнь», 2012, № 5, www.hij.ru

обнаружили в озерном льду с минеральными включениями, причем в двух горизонтах этого льда (и это подтверждает достоверность находки!), ДНК хемолитоавтотрофной бактерии *Hydrogenophilus thermoluteolus*. Что характерно для этой бактерии — она обитает в горячих источниках, ее температурный оптимум 50—52°C. По-видимому, ее настоящее местообитание — не ледяная озерная вода, а глубокие разломы в породах в окрестностях озера. Там

тепло, мало кислорода и много углекислого газа, а радиолиз воды может снабжать бактерию водородом. Кстати, в районе озера Восток была зафиксирована сейсмическая активность, которая может «выплескивать» эти бактерии из глубоких разломов в воду озера. Найдена и другая ДНК, но ее не удалось однозначно классифицировать (сходство с ближайшим родичем составило 91%). Чтобы узнать больше, придется подождать антарктического лета.

Создать лабораторию астробиологии

О перспективах исследования озера Восток мы попросили рассказать одного из непосредственных участников событий — кандидата биологических наук **С.А. Булата**, руководителя группы криоастробиологии (отделение молекулярной и радиационной биофизики, Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова, Гатчина).

Сергей Алексеевич, первый вопрос: кто и где будет изучать воду из озера Восток?

Воду — настоящую воду, а не озерный лед, медленно намерзавший на подошву ледника, — привезут в мае 2013 года. Наш институт — соисполнитель программы по биологической части исследований этой воды. Работать с подобными образцами необходимо в специальных условиях, которых сегодня в России нет, их еще нужно создать. Как вы знаете, Петербургский институт ядерной физики сейчас стал частью научно-исследовательского центра «Курчатовский институт»: мы потеряли статус академического института и стали федеральным государственным бюджетным учреждением. В институте я возглавляю группу криоастробиологии. Мы занимаемся не только Востоком, но и вообще жизнью, которая может существовать при минусовых температурах: в снегах Монблана, Эльбруса, а также в других антарктических озерах, где температура около одного градуса и не выше; в планах у нас высокоширотная Арктика. Так вот, в связи с Востоком дирекция приняла решение: создать в ПИЯФе на основе нашей группы астробиологическую лабораторию, у которой будет блок холодных комнат для работы со льдом — там его можно будет смотреть, резать, деконтаминировать, то есть удалять загрязнения, и прочее. Почему именно здесь, в Гатчине? В том числе и потому, что Гатчина расположена недалеко от Санкт-Петербурга, где находятся другие научные учреждения, ведущие исследования по этой тематике, — НИИ Арктики и Антарктики, Российская Антарктическая экспедиция, которую возглавляет Валерий Владимирович Лукин, — и куда возвращается из Антарктики НЭС «Федоров».

Простите, а раньше у группы криоастробиологии не было холодных комнат? Где же делалась эта часть работы?

Во Франции, как и указано в наших совместных публикациях. Мы сотрудничаем по анализу керн льда озера Восток с лабораторией гляциологии и геофизики окружающей среды в университете Гренобля. У них, в гляциологической лаборатории, есть специальные холодные лабораторные помещения с температурой -15°C, сертифицированные по

классу чистоты помещения для работы с чистыми образцами снега и льда. Там лед обрабатывали, деконтаминировали, в этих же чистых помещениях его плавил и концентрировали, выделяли из образца ДНК и эту ДНК вывозили в Россию. Дальше идет стандартная молекулярная биология — у нас здесь нет сверхчистых условий, но, когда ДНК выделена и первичная амплификация генов проведена, это уже не важно. Росгидромет, Российская Антарктическая экспедиция, РАН и РФФИ заключили соглашение о двухстороннем сотрудничестве между Россией и Францией. Сейчас это сотрудничество принимает форму международной виртуальной лаборатории — сотрудники могут ездить из России во Францию и обратно и выполнять различные этапы работы в разных местах, там, где условия лучше. Но позиция России и лично генерального директора НИЦ «Курчатовский институт» М.В.Ковальчука — вернуть науку в Россию, делать все здесь. Поэтому такая лаборатория будет создана и у нас в ПИЯФе. Ничего подобного ей в России пока нет. Прежде всего это блок специальных холодных, «чистых» помещений для работы со льдом и водой озера Восток. Не секрет, что в академии положение с деньгами очень плохое, поэтому РАН, к сожалению, не могла это профинансировать. Но поскольку мы теперь федеральное бюджетное учреждение, лаборатория будет создана за счет федеральных денег. Сметная стоимость такой лаборатории, включая международную сертификацию, — около 40—50 млн. рублей (без учета оборудования, только помещение, системы кондиционирования воздуха и прочее), однако по меркам академии и это много. Понятно, что в такой лаборатории можно будет изучать не только воду озера Восток, а любые сверхчистые холодные образцы. Пока об этом рано говорить, но и пробы внеземного происхождения, если они будут доставлены сюда.

Астробиологию многие не принимают всерьез...

Напрасно. В ноябре 2010 года при Президиуме РАН был создан Научный совет по астробиологии, председателем которого стал Алексей Юрьевич Розанов (профессор кафедры палеонтологии геологического факультета МГУ, ди-



ректор Палеонтологического института РАН. — *Примеч. ред.*). Насколько я слышал, даже в ВАКе введут специальность «астробиология». Готовится первый цикл лекций по астробиологии, их будут читать сначала в МГУ, в Новосибирске, потом в других университетах, может быть, и здесь, в Питере. Рано или поздно пробы грунта, льда с других планет окажутся на Земле, и к этому надо готовиться. Кстати, такие образцы должен был привезти «Фобос-Грунт» — его возвращение планировалось в 2014 году. К этому моменту астробиологическую лабораторию должны были создать в московском Институте геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского (ГЕОХИ РАН). Теперь, как вы знаете, есть договоренность академика Л.М.Зеленого, директора Института космических исследований РАН, о запуске второго «Фобос-Грунта». Но поскольку это произойдет нескоро, создание лаборатории пока притормозили. У нас время не терпит — вода в заморозенном виде придет в мае следующего года.

Остался год, а лаборатории еще нет?

Есть чертежи, выделены деньги, и в конце этого года она будет строиться. Дата окончания работ уже предварительно определена: апрель 2013 года. Другая подобная лаборатория будет в Дубне, в Объединенном институте ядерных исследований — там организуют сектор астробиологии в лаборатории радиобиологии. Возглавляет этот сектор тот же самый академик А.Ю.Розанов. К сожалению, у них не хватает средств на создание холодной и «чистой» лаборатории в полном объеме, но в Гатчине, можно надеяться, будет полный вариант, со всем необходимым оснащением. Таким образом, у нас появятся две астробиологические лаборатории. Они будут отчасти дублировать друг друга, однако лаборатория в Дубне будет главным образом

ориентирована на анализ космической пыли, собранной на Земле и в ближнем космосе с помощью наших космических аппаратов, таких как «Бион», «Фотон».

Какие еще исследования озера Восток запланированы на 2012–2013 годы?

Нам привезут керн озерного льда с глубины 3764 метра. По мере бурения мы анализировали все более близкие к воде керны озерного льда. Дело в том, что медленное замерзание воды на подошву ледника может идти неравномерно (мы не знаем форму нижней поверхности ледника), поэтому озерный лед может содержать в себе так называемые водные карманы, полости с водой. Если такой карман случайным образом попадает в керн, мы можем в этой воде найти образцы озерной жизни. Вот почему мы продолжаем изучать керны этого льда. Напомню, что проникновение произошло на глубине 3769 метров, а керн с глубины 3764 метра берем потому, что ниже, на последних трех метрах, лед оказался раздробленным, плохого качества. Вот этот керн, наиболее близкий к воде, мы будем анализировать в этом году, в июне. Мы не думаем, что шанс найти что-либо велик — маловероятно, чтобы водный карман оказался именно в керне диаметром 11 см. Но если все-таки повезет, мы получим образец воды уже сейчас.

А что будет в следующих сезонах, когда скважине снова разбурят ледяную пробку? Начнется прямое изучение воды?

Да, сотрудники ПИЯФ под руководством заместителя директора института В.Ф.Ежова разрабатывают батарею приборов, которые опустят в водную толщу озера Восток через скважину. Четыре прибора будут погружать в воду на тресе, конечно, не одновременно, а по очереди. Если случится внештатная ситуация, а этого исключить нельзя — все-таки четыре километра глубины, лучше потерять один прибор, чем все сразу. Что собой представляют эти приборы? Во-первых, это водозаборники. Под скважиной глубина около 700 метров. С разных горизонтов водного столба — 100, 200, 300 метров и так далее до дна — планируется отобрать воду в специальные контейнеры, герметичные и с подогревом, чтобы вода не замерзла, пока ее доставляют вверх через скважину в леднике. Во-вторых, будет погружена обычная гидрохимическая лаборатория, подобная тем, что используют для измерения параметров воды в океане: датчики давления, температуры, измерение мутности, рН, редокс-потенциала, растворенного кислорода, присутствия хлорофилла, родопсина, — всего пятнадцать разных датчиков. В-третьих, в институте разрабатываются портативные флуориметр и спектрометр. Эти приборы могут обнаружить в воде тирозин, триптофан, другие биомолекулы. Тирозин и триптофан — флуоресцентные аминокислоты, их может идентифицировать флуориметр, а спектрометр — разные пигменты.

В-четвертых, набор камер — не только видеокамеры, но также инфракрасные камеры, чтобы фиксировать тепловое излучение, возможно, тепловизоры.

В озере ведь полная темнота?

Естественно, видеокамеры будут со светодиодной подсветкой. Погружение приборов планируется на тот момент, когда русские буровики второй раз войдут в воду. Сейчас они вошли первый раз, вода поднялась и к настоящему моменту, вероятно, уже замерзла (время замерзания — примерно два-три месяца). Но теперь известна точная глубина. Нужно будет снова пробурить лед, остановиться на границе льда и воды и на границе раздела использовать герметичный транспортный модуль, в котором содержится тот или иной прибор, предназначенный для погружения. На поверхности приборы стерилизуют, затем транспортный модуль их доставляет вниз, открывается, приборы погружаются в воду и отбирают образцы либо получают необходимые данные. К активному передвижению в озерной воде эти приборы не способны, их будут поднимать и опускать на тресе. Но это только начало — возможно, в дальнейшем развитие робототехники позволит запустить туда мини-субмарины. Длина озера 250–300 км, в нем есть несколько котловин. Подвижный прибор получит гораздо больше информации, к примеру, он может найти выходы горячих вод. Там не будет, конечно, «черных курильщиков», как на дне океана, — показано, что вода озера Восток не обогащена гелием-3, но приток горячей воды предполагается.

Тепловизоры нужны, чтобы увидеть такие источники?

Да, они сразу покажут температуру — хотя и маловероятно, чтобы выход горячей воды был прямо под скважиной. Вообще, сейчас разрабатывается программа по изучению водной толщи озера Восток как минимум на десять лет. А ведь там не только вода огромного озера, сравнимого по величине с Байкалом, — там еще и сотни метров осадочных пород на дне, которые могут рассказать об истории озера, о жизни в нем. Антарктида, как известно, не всегда была холодной. На протяжении сотен миллионов лет она была частью суперконтинента Гондваны. Около 500 миллионов лет назад территорию современной Антарктиды пересекал экватор. В мезозойскую эру (65–250 миллионов лет назад), когда началось разделение Гондваны, в Антарктиде росли деревья, жили крупные позвоночные, в том числе динозавры. Антарктида начала становиться такой, какой мы ее знаем, примерно 30–35 миллионов лет назад, а последние 14–15 миллионов лет центральная часть континента постоянно покрыта льдом. При похолодании высшая жизнь в озере вымерла, могли сохраниться разве что палеонтологические свидетельства в осадочных породах. Но можно представить, что микроорганизмы выжили, постепенно адаптировались и к



ИНТЕРВЬЮ

холоду, и, главное, к растущему содержанию кислорода. По этому поводу сейчас есть две общепринятые точки зрения. Первая — в воде озера Восток нет жизни, она стерильна, в частности, из-за высокой концентрации кислорода в воде. Согласно второй, какие-то формы жизни сумели приспособиться к этим условиям. Мы не знаем, насколько велик эволюционный потенциал микроорганизмов, в том числе бактерий. И мы сейчас не можем представить, какими могут быть эти бактерии, какие они выработали способы защиты от кислорода. Экологические ниши, сходные с Востоком, еще не изучались, так что можно сказать одно: если какие-то формы жизни будут найдены, это будут необычные, до сих пор не известные на нашей планете микроорганизмы. Однако нужно иметь в виду, что слой воды непосредственно под ледником может быть обедненным микроорганизмами по сравнению с глубинными горизонтами. Озеро огромное, как в нем происходит циркуляция воды, мы пока представляем только на уровне модели, но очевидно, что поверхностный слой переохлажден. Живые организмы скорее будут обитать в средней толще воды либо у дна. А вода, которая хлынула в скважину после проникновения в озеро, — это именно вода из поверхностного горизонта.

То есть отрицательный результат ничего не будет значить?

Нет, конечно. Микроорганизмы, как правило, избегают переохлаждения, они стремятся туда, где теплее, ближе ко дну.

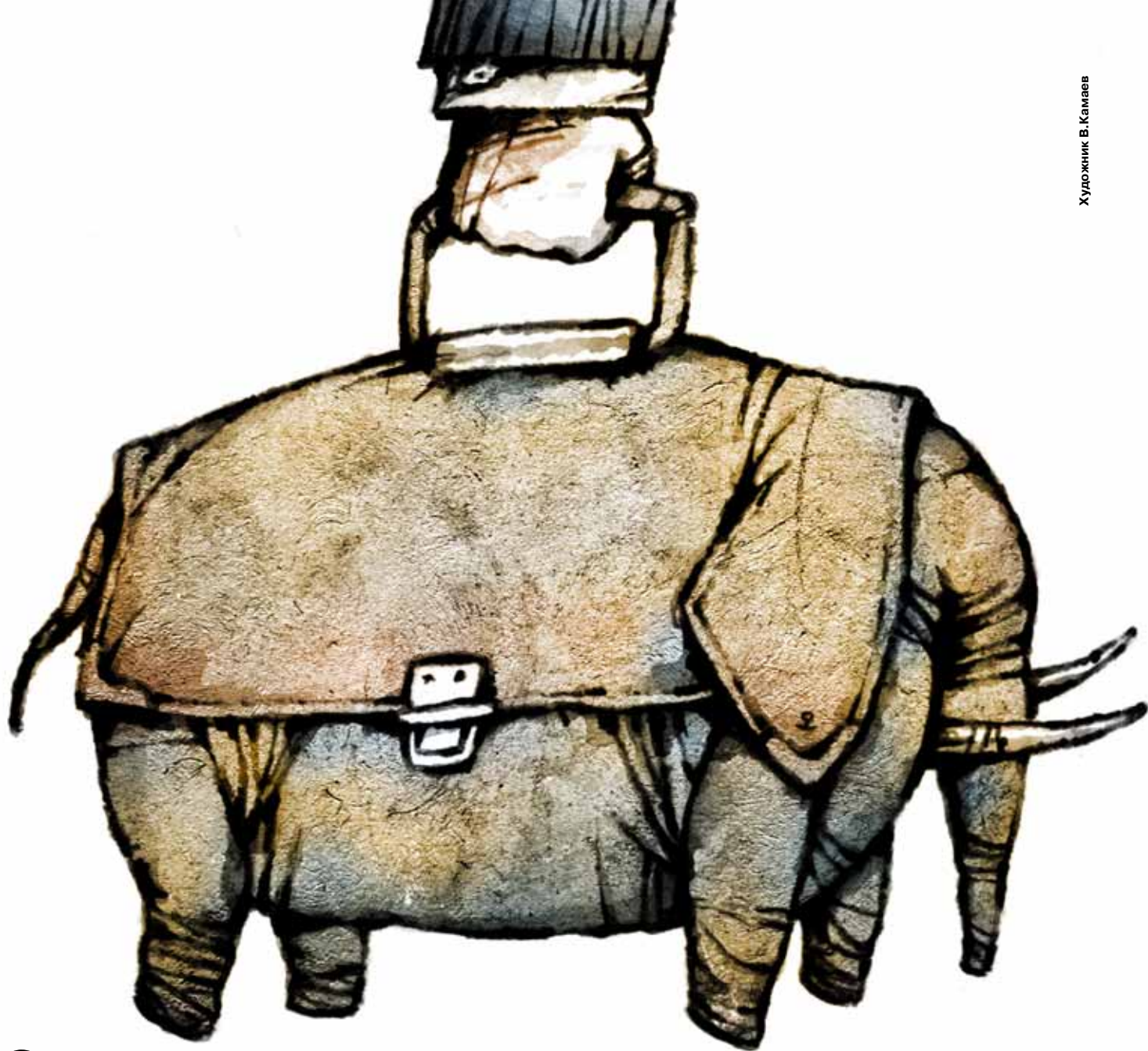
Остались ли у научной общественности еще сомнения по поводу возможного загрязнения озера? Не останова ли работы снова по экологическим соображениям?

Нет, все согласовано, официальные решения получены. Остановки не будет.

Напоследок вопрос, который задают наши читатели-небиологи. Не могут ли микроорганизмы из озера Восток оказаться возбудителями какой-нибудь страшной древней болезни?

Читатели могут не волноваться, это абсолютно исключено! Микроорганизмы, если они существуют, приспособлены к специфическим условиям Востока и ни в каких других условиях жить не смогут. В том числе и внутри организма теплокровного животного, например человека.

Беседовала Е.Клещенко.



Снова о первой нанопятилетке

Л. Стрельникова

Привычка мыслить пятилетками неискоренима у всех нас, кто родом из СССР. И вот очередной повод — в этом году исполняется пять лет с момента провозглашения в России эры нанотехнологий (инициатива «Стратегия развития наноиндустрии» Президента Российской Федерации от 24 апреля 2007 г.). Как ни крути, а итоги подводить надо.

С чего начать? С того, с чего начинается любая высокотехнологичная отрасль человеческой деятельности, — с науки, с фундаментальных и прикладных исследований, из которых произрастают новые материалы и лекарства, айпады и биочипы для медицинской диагностики, небьющиеся горшки, нетупящиеся скальпели, нетрескающееся дорожное покрытие...

27 миллиардов рублей потратило правительство РФ на четырехлетнюю Федеральную целевую программу «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008—2011 годы», иными словами — на создание условий для работы исследователей на мировом уровне (оборудование, коммуникации, кадры, безопасность и нормативная база). Эта программа завершена: считается, что инфраструктура для исследований в области нанотехнологий в нашей стране создана.

Работа выполнена действительно огромная. Над воплощением программы трудились Министерство образования и науки, Российская академия наук, Российская академия медицинских наук, МГУ им. М.В.Ломоносова, Роскосмос, Росатом, Росстандарт и другие. Эти организации и ведомства заключили 390 государственных контрактов с университетами и вузами, исследовательскими институтами, НПО и др.

Больше всего контрактов (170) обеспечило Минобрнауки, а больше всего денег (272 контракта) досталось Центральному региону. Что, впрочем, и понятно: Москва и Санкт-Петербург по-прежнему остаются центром научной мысли в России. Остальные 118 контрактов были равномерно распределены по всем регионам России, в тех местах, где есть университеты и наука: Владивосток, Хабаровск, Иркутск, Томск, Новосибирск, Екатеринбург, Самара, Саратов, Казань, Челябинск, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Белгород, Калининград и др.

Оборудование закупили, нанотехнологическую сеть для обмена информацией построили, доступ к мировым научным журналам и базам данных обеспечили, систему подготовки кадров наладили — за работу, товарищи! Надо признать, что товарищей много. Сегодня нанотехнологиями в России занимаются 157 вузов, 267 исследовательских институтов, 69 научно-образовательных центров, 655 НПО и 84 центра коллективного пользования.

Еще почти 20 миллиардов рублей за последние пять лет правительство выделило на научные исследования и разработки в области «Индустрии наносистем и материалов» (Федеральная целевая программа «Исследования и разработки»), не считая программ РАН, РФФИ, президентских мегагрантов и другого. В отличие от предыдущей эта программа будет продолжаться — как минимум до 2013 года.

Сказать, что благодаря этим усилиям мы резко рванули вперед, нельзя. В общем объеме мировых научных публикаций по теме нанотехнологий наша доля скромна — всего 2—4%. А количество патентов на мировом фоне и вовсе ничтожно. (Подробный анализ российского ландшафта нанонаук см. в предыдущем номере.) Впрочем, как считает академик РАН М.В.Алфимов, здесь нет противоречия. «Огромная системная работа по созданию наноинфраструктуры в России успешно завершена. Результаты обязательно будут, но для этого надо подождать несколько лет, потому что должны сложиться научные школы, да и новое оборудование надо освоить. Все это требует времени». Подождем, следующая пятилетка покажет.

Однако и того, что уже было наработано нашей наукой в прежние годы, оказалось достаточным, чтобы немедленно приступить к созданию наноиндустрии. Корпорация «РОСНАНО», получившая от государства на старте 130 миллиардов рублей, инвестировала их в 79 инвестиционных промышленных проектов: 22 — наноматериалы, 16 — медицина и фармацевтика, 14 — оптика и электроника, 11 — модификация поверхности, 7 — энергоэффективность, 9 — прочие.

В апреле 2010 года в Рыбинске (Ярославская область) открылся первый завод по производству монолитного твердосплавного металлорежущего инструмента с нанопокрытием. В ноябре 2010 года в Санкт-Петербурге был запущен первый в России и самый крупный в странах Восточной Европы и СНГ завод по выпуску сверхъярких светодиодов и светодиодных модулей. Производительность первой линии составляет 360 миллионов светодиодов в год.

В общей сложности построено уже шестнадцать заводов. Помимо упомянутых выше, это заводы в Нижнем Новгороде и Казани, Москве и Екатеринбурге, Ижевске и Новомосковске, Новосибирске и Уфе. За прошедшие два года они произвели продукции на 46,6 миллиардов рублей. Продукции самой разной: от новых композиционных материалов, сверхпрочной керамики и сверхпрочных полимерных пленок для упаковки нового поколения, содержащих наночастицы керамики, до интегральных схем по технологии 90 нм, литий-ионных батарей, измерительно-аналитического оборудования.

Если сложить все инвестиции государства в нанотехнологии за эту пятилетку, то получится гигантская сумма, потрясающая воображение. В это трудно поверить, но она сопоставима с объемом инвестиций США в их нанотехнологии.



ДИСКУССИИ

Однако обывателя (в хорошем смысле этого слова) все перечисленное не впечатляет. «И все-таки, что дали нанотехнологии обычным людям? Какой от них всем нам прок?» Рассказывать о сверхпрочных пружинах и квантовых точках бессмысленно, собеседники начинают зевать. Разговоры об энергосберегающих светодиодных лампах (КПД 50% в отличие от 5% у ламп накаливания и 25% у люминесцентных ламп) со сроком службы в 60 000 часов, которые начали у нас производить, тоже разочаровывают: они же стоят больше тысячи! «Да что же вам еще надо?» — начинают нервничать и недоумевать апологеты нанотехнологий. И получают очень простой ответ: «Чуда!»

Действительно, появление нанотехнологий в нашей жизни было связано с разговорами и обещаниями фантастических перемен. А все свелось к производству композиционных материалов, пленок, чипов, светодиодов и непахнущих носков — к тому, что мы и раньше производили или неизбежно начали бы производить, что нам в общем-то хорошо знакомо. Обещания и ожидания оказались завышенными, как это обычно бывает, когда появляется что-то новое.

Но в том-то и дело, что в нанотехнологиях нет ничего принципиально нового. Уже в который раз повторю формулу Роалда Хофмана, лауреата Нобелевской премии по химии: «Нанотехнологии — это новое название, которое придумали для химии. Мы же понимаем, что современным миром правит мода, и молодым людям, в том числе и в науке, очень важно думать, что они занимаются чем-то новым и ультрамодным. Поэтому всем известные вещи нужно периодически переименовывать» (см. «Химию и жизнь», 2011, № 9). Нанотехнологии — это инструмент, который мы можем сегодня использовать как часть производства чего-либо, чтобы улучшить свойства и качество конечного продукта — дорожного покрытия или скальпеля. Инструмент, который появился в наших руках благодаря закономерному развитию науки и технологий. Ничто не возникает на пустом месте. В этом смысле история нанотехнологий насчитывает не одну или две пятилетки, а как минимум десять, а то и все пятьдесят.

Прыгнуть из настоящего в будущее невозможно. Чудо обязательно будет, но для этого наука (физика, химия, биология) должна пройти свой путь. Движение по этому пути можно несколько ускорить, если дать исследователям новейшее оборудование, обеспечить им достойные условия для работы и создать промышленность, которая сможет вобрать в себя новые технологические решения. С этой точки зрения первая пятилетка нанотехнологий в России завершилась со знаком плюс.

Материал подготовлен по докладом А.Н.Петрова, директора «Дирекции научно-технических программ», В.Г.Жулего, НИЦ «Курчатовский институт», А.Ю.Кузнецова, исполнительного директора НП «НЭИКОН», и С.В.Калюжного, директора Департамента научно-технической экспертизы «РОСНАНО»

Геометрия белковых тел

Р. В. Борзняк,
Таллинский
технический университет

Когда идет речь о молекулярных основах жизни, сразу вспоминается центральная догма молекулярной биологии. В середине прошлого века шли бурные споры о химической природе наследственности, в которых сторонники белков как носителей генетической информации потерпели сокрушительное поражение. Нуклеиновые кислоты заняли основное место в понимании законов наследственности, был раскрыт механизм их действия и воплощения в белковой форме. Центральную роль здесь играют водородные связи — именно они обеспечивают совместимость двух цепочек ДНК, перенос генетической информации от ДНК к РНК и, наконец, подбор аминокислот в соответствии с генетическим кодом для построения белковой молекулы. Реакции между белками и веществами другой природы также происходят в согласии с хорошо известными химическими принципами. Все это дало основу для развития чистого химико-физического мировоззрения в области молекулярной биологии. Стремительные практические успехи этой науки легко укладывались в рамки центральной догмы и не требовали каких-либо поправок к ней.

Однако понемногу накапливались факты, которые общепринятая догма молекулярной биологии объяснить не могла, — например, открытие прионов, чисто белковых инфекционных агентов. Эти и другие наблюдения указывают на то, что в передаче информации не последнюю роль играют геометрические формы молекул, намного более крупных, нежели азотистые основания нуклеиновых кислот.

Напомним основные положения

Все вроде бы логично и понятно. ДНК — двухцепочечная спираль, скелетом которой служит фосфорно-дезоксирибозная нить, а смысловыми элементами — азотистые основания четырех видов: аденин, цитозин, гуанин и тимин. Химическая природа их такова, что устойчивые пары могут образовывать

аденин с тиминном (за счет двух водородных связей) и цитозин с гуанином (за счет трех водородных связей), а любые другие сочетания, кроме А-Т и Г-Ц, невозможны. Две водородные связи по силе идентичны одной ковалентной. Потому именно такая ориентация цепей и стабильна (рис. 1).

Согласно этому правилу, на одной цепи ДНК строится другая цепь — например, против последовательности ЦАГТ получается ГТЦА, причем две такие цепи (их называют комплементарными) связаны очень прочно. Так происходит репликация — размножение молекул ДНК. Если тимин заменить урацилом, а сахар дезоксирибозу — рибозой, отличающейся на одну ОН-группу, то получается РНК — она синтезируется на нити ДНК аналогичным образом. Однако новая нить ДНК почти равна по длине цепи-матрице (за исключением коротенького стартового участка), синтез же РНК стартует с определенного места и сравнительно быстро обрывается — когда кончается ген. Так происходит транскрипция, или перевод ДНК в РНК. В некоторых случаях возможна и обратная транскрипция — синтез ДНК на матрице РНК.

Добавим, что каждый отдельно взятый нуклеотид не зеркально симметричен, а значит, такова и вся цепочка ДНК или РНК: у нее различают 5' и 3'-концы. Обозначения они получили по атомам кольца рибозы или дезоксирибозы, которые участвуют в образовании связей с фосфатами. Новая цепь ДНК или РНК может строиться только в одном направлении, от 5'-конца к 3'-концу (рис. 1).

Сплайсинг РНК изымает из нее «лишние» участки, которые не должны кодировать белок. На полученной молекуле еще можно с помощью обратной транскрипции синтезировать ДНК, однако на последующих этапах возвращение к нуклеиновым кислотам уже невозможно в принципе.

Синтез белка, или трансляция, дает воплощение каждой тройке нуклеотидов в одной из 20 аминокислот, в соответствии с генетическим кодом. (Это соответствие обеспечивают молекулы транспортной РНК — тРНК.) Код выродившийся: поскольку из четырех нуклеотидов можно составить 64 разных триплета, одна и та же аминокислота

обозначается несколькими триплетами. Поэтому нельзя однозначно восстановить последовательность нуклеотидов гена, зная последовательность аминокислот в белке: тут возможны варианты, и чем крупнее белок, тем больше вариантов. Намного легче идти от ДНК к белку, чем в обратном направлении, даже теоретически. И на практике тоже никаких ферментов «обратной трансляции», которые строили бы цепочки нуклеиновых кислот на матрице белка, так и не было найдено.

Вывод: все свойства живого должны быть записаны в последовательности нуклеотидов, причем информация передается от ДНК через РНК к белку и никогда — наоборот, от белка к нуклеиновым кислотам. Ни один белок не может стать самовоспроизводящейся единицей, поскольку репликация его невозможна. Ни один белок не может заставить биологическую систему сохранить свою последовательность, если она не закодирована в геноме. Все, на что способна молекула белка, — выполнить свою функцию в организме и «умереть», а хранение информации о ней — дело ДНК и РНК. Следовательно, каждый самовоспроизводящийся возбудитель болезни обязательно должен содержать нуклеиновую кислоту.

До поры до времени ученые не знали ни одного случая, когда бы эти правила нарушались. Между тем в 1949 году, в самый разгар споров о том, является ли «веществом наследственности» ДНК или белок, молодой вирусолог Даниэль Карлтон Гайдушек отправляется в Новую Гвинею с целью раскрыть причины страшного заразного заболевания, распространенного среди аборигенов племени форэ. Прогрессирующее разрушение нервной системы сводило в могилу зараженного человека буквально за год после проявления первых неврологических симптомов. Папуасы форэ называли этот недуг «куру» и иной причины, кроме колдовства, не видели. Гайдушек неопровержимо доказал заразность мозга погибших людей (племя куру практиковало ритуальный каннибализм). Однако болезнь характеризовалась очень долгим инкубационным периодом — от предполагаемого момента заражения до первых симптомов проходили годы.



Нуклеиновую кислоту организма-возбудителя Гайдушек выделить не сумел. Вдобавок все попытки разрушения нуклеиновых кислот в материале не уничтожали инфекционность: образцы, в которых, по идее, не должно было сохраниться ни ДНК, ни РНК, по-прежнему заражали подопытных животных.

К тому времени было известно еще несколько заболеваний со сходными симптомами, например скрепи и висна у овец, болезнь Крейцфельда — Якоба (БКЯ) — сравнительно редкое нейродегенеративное заболевание человека. Было неясно, относится ли БКЯ к наследственным или к инфекционным болезням. С одной стороны, были описаны семьи с повышенной встречаемостью БКЯ, и даже целые этнические группы (так, у ливийских евреев она бывает в 30 раз чаще, чем у других израильтян). С другой стороны, инфекционность этой болезни была показана напрямую еще в 1968 году: инъекции экстракта мозга человека, умершего от БКЯ, в мозг шимпанзе вызывали у животных заболевание с аналогичными симптомами. Поэтому семейные и этнические случаи стали считать следствием негенетических факторов (предполагалось, например, что ливийские евреи чаще других употребляют в пищу овечьих мозгов).

Возбудителями этой группы болезней полагали загадочные «медленные вирусы», якобы слишком маленькие, чтобы их обнаружить, и в то же время слишком прочные, чтобы их разрушить. Смущало также и то, что у больных не наблюдалось иммунной реакции, — для заразного заболевания, мягко говоря, нетипично.

Нуклеиновые кислоты из этих «вирусов» выделить так и не удалось, и ни ультрафиолетовое излучение, ни ионизирующая радиация, ни обработка формалином не приводили к стерилизации материала. При этом обработка, разрушающая структуру белка, уменьшала инфекционность скрепи. Все это подводило к «еретической» мысли: да есть ли в этом «вирусе» нуклеиновые кислоты, не состоит ли он из чистого белка? Однако Гайдушек в своих экспериментах по заражению подопытных животных подчеркивал сохранность свойств возбудителя от заражения к заражению. Продолжительность инкубационного периода, последовательность и острота симптомов у новых жертв не менялись, что прямо указывало на необнаружимый генетический материал.

Прионы: один белок, много загадок

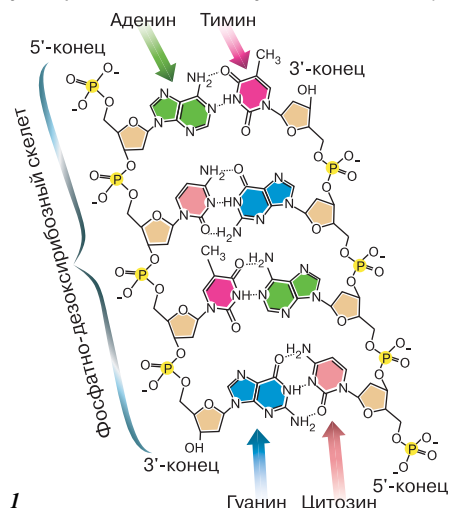
Работая над похожими на куру заболеваниями, такими, как скрепи у овец, коровье бешенство, болезнь Крейцфельда — Якоба, другой исследователь, Стенли Прузинер, окончательно доказал инфекционность белка и его способность хранить информацию о природе заболевания. Он же ввел и новый термин — «прионы», образованный от первых букв английских слов proteiaceous и infectious («белковый» и «инфекционный»), который впервые появляется в статье будущего нобелевского лауреата и его соавторов, опубликованной в 1982 году. Авторы были достаточно осторожны в формулировках, они определяли прионы как белковые инфекционные частицы, устойчивые к процедурам,

разрушающим нуклеиновые кислоты. Несмотря на это, статья вызвала резкую критику. В конце концов, говорили скептики, многие вирусы знамениты своей способностью выживать в самых жестких условиях, а то, что попытки выделить нуклеиновые кислоты из препарата не увенчались успехом, еще не означает, что их там действительно нет.

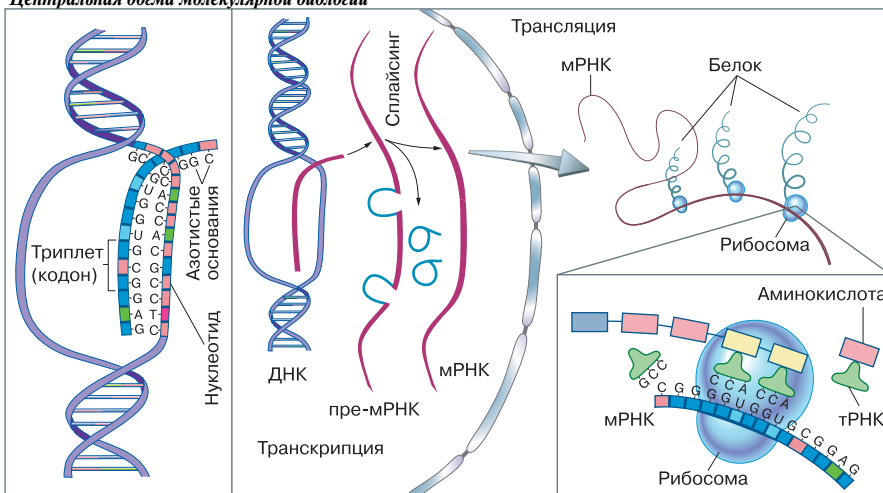
«В некоторых отношениях ранние этапы формирования концепции прионов повторяют историю концепции ДНК, — писал Прузинер в своей нобелевской лекции. — Перед тем как ДНК была признана веществом наследственности, многие ученые предполагали, что препараты ДНК загрязнены белком, который и является настоящим генетическим материалом». Точно так же Прузинеру и его коллегам долго пришлось доказывать, что в прионах нет ни ДНК, ни РНК — они состоят из белка, и только из белка.

Сейчас прионный белок идентифицирован и у человека, и у многих других живых организмов. Белок этот необычен тем, что у него существуют как минимум две биологически активные структуры, или изоформы, — «нормальная» PrP^C (от cellular или common) и связанная с патологией, PrP^{Sc} (от scrapie). Одна и та же аминокислотная цепочка уложена по-разному: в PrP^C больше альфа-спиралей, в PrP^{Sc} больше листообразных бета-структур. Оказалось, что патологическая структура может «заражать» нормальные молекулы, заставляя их изменять конформацию. Патогенные прионы формируют в нервных клетках агрегаты — волокна, которые и становятся причиной болезни.

Прионы видоспецифичны, то есть не одинаковы у разных биологических видов. Однако в некоторых случаях это не препятствует межвидовой передаче инфекции — человечество еще не забыло историю с «коровьим бешенством» (см. «Химию и жизнь», 2001, № 3). Восприимчивыми к прионным болезням человека и сельскохозяйственных животных, на радость ученым, оказались не только шимпанзе, но также мыши и хомячки — куда более удобные модели, чем овцы и коровы. На трансгенных мышах, в клетках которых синтезировались прионные белки (это делало их более уязвимыми к инфекции), Стенли Прузинер и соавторы



1
Центральная догма молекулярной биологии



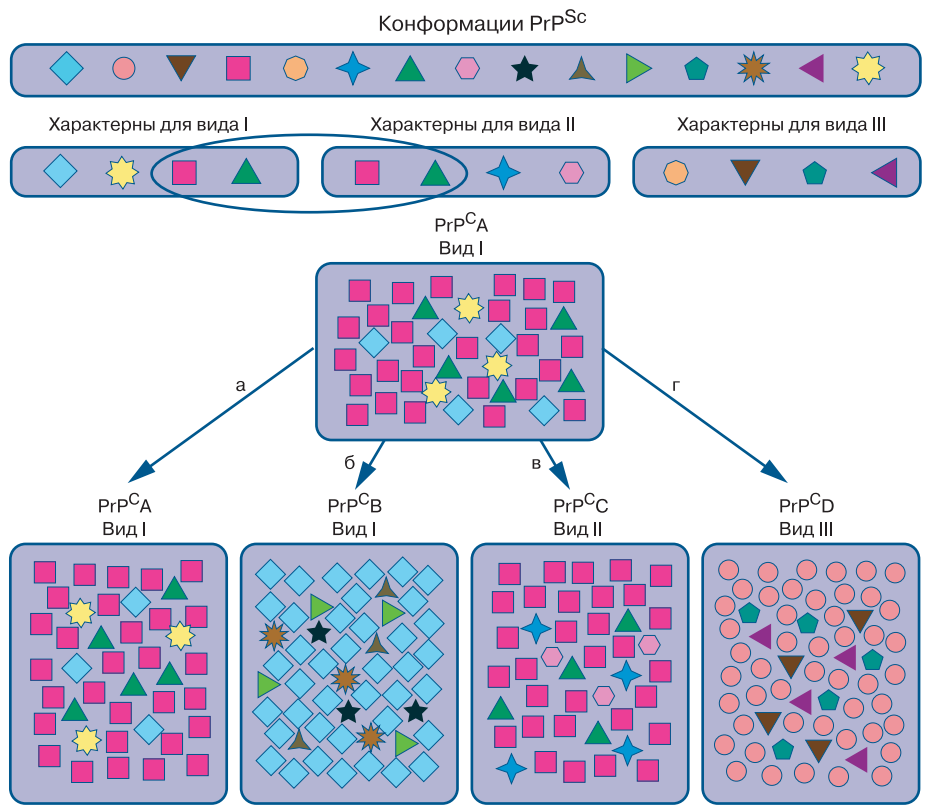
поставили убедительные эксперименты, развенчавшие «вирусную» гипотезу.

Резонно спросить: если прионный белок у человека один, почему прионных заболеваний много? Кроме куру и БКЯ, есть и другие, например фатальная семейная бессонница («Химия и жизнь», 2011, № 6). И здесь придется вернуться к центральной догме. Предрасположенность к различным заболеваниям (или устойчивость к ним) обусловлена различными мутациями в гене белка PrP. Так, некоторые мутации вызвали синдром Герстманна — Штреусслера — Шейнкера (это нейродегенеративное заболевание иногда относят к клиническим разновидностям БКЯ), семейные случаи болезни Крейтцфельдта — Якоба и семейной смертельной бессонницы. Замечалась также связь определенных мутаций прионного белка с шизофренией. Этим же объясняются и особенности «лабораторных штаммов» прионов — различия в нуклеотидных последовательностях генов у трансгенных мышей дают разнообразие свойств их прионных белков и соответственно различные картины заболеваний. (В контексте научного направления, исследующего прионы, подштаммом следует понимать вариант конформации скрепи-белка, определяющий конкретное прионное заболевание.)

Главенствующую роль прионного белка в развитии заболевания стало невозможно отрицать, после того как мышь с искусственно полученной делецией гена этого белка не удалось заразить внутримозговой инъекцией прионного материала. Правда, со временем у мутантной мыши начали развиваться нейродегенерации с нарушением координации движений, несколько похожие на прионное заболевание, но логичнее предположить, что причиной было отсутствие необходимой для организма функции здорового приона. У контрольных мутантных мышей, не получивших внутривенную инъекцию инфекционного материала, появлялись аналогичные симптомы.

Однако многое все еще остается загадочным и необъясненным. Скептиков особенно вдохновляет то, что до сих пор никто не предложил детальный молекулярный механизм превращения клеточного прионного белка в инфекционный, не объяснил, каким образом «новичку» в точности передаются свойства штамма, за счет чего они сохраняются и образуются волокна. Так, прионный белок, вызывающий болезнь Крейтцфельдта — Якоба, передает здоровому белку вариант конформационной аномалии, свойственный именно этому заболеванию, а не какому-либо иному.

С точки зрения классической молекулярной биологии неудивительно, что мутантные прионы, изменяя конформацию, функционируют иначе и становятся причиной болезни. Но почему нормальный белок от контакта с инфекционным мутантом тоже принимает



2

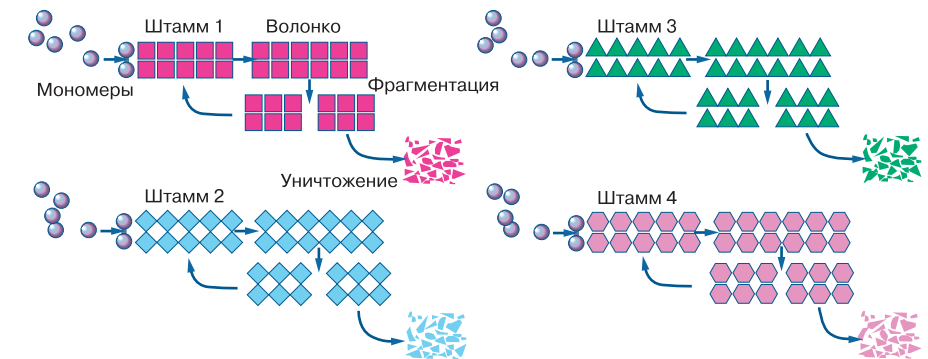
Альтернативные формы прионного белка PrP^{Sc}, их роль в передаче свойств штамма или преодолении межвидового барьера. В верхней части рисунка — все возможные конформации PrP^{Sc}, которые могут принимать прионы млекопитающих PrP^c. Однако у приона каждого биологического вида есть определенный набор конформаций, которые предпочитает перенимать здоровый белок при встрече с патогеном. Прионы легко передаются между представителями одного вида, экспрессирующими одинаковые белки PrP^c (а). Заражение представителя того же вида I, но с иным PrP^c (б), или вида II с генетически похожим PrP^c (в) возможно, если в их наборах совпадают хотя бы некоторые «опасные» конформации. Если совпадений нет, заражение вида III не происходит вовсе, либо картина заболевания оказывается иной, нежели у вида I (г). Такое перерождение приона при передаче другому виду, трудно поддающемуся заражению, называют «мутацией приона»

патологичную конформацию и приобретает патогенные свойства?

Общая схема процесса была выдвинута еще в 90-е годы прошлого века. Подобную схему приводит в своей статье Джон Коллиндж («Science», 2010, т. 328, с. 1111). Вероятно, здоровый прионный белок может принять только ограниченное число альтернативных патологических конформаций. При этом наборы разрешенных конформаций не совпадают у разных видов и даже у разных особей (рис. 2). Если патоген представляет форму, не свойственную

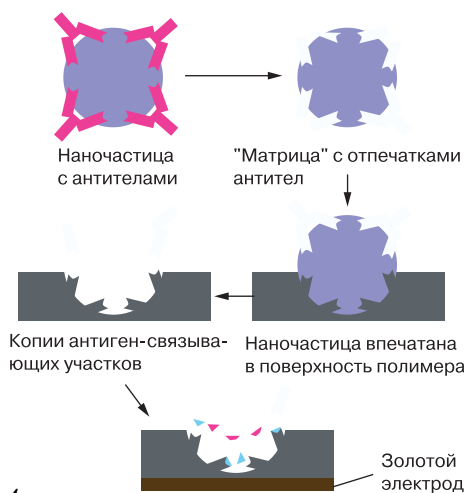
данному белку, этот белок он передать не сможет, и заражения не произойдет. Здоровый белок под его влиянием либо не изменит свою конформацию, либо создаст принципиально новую конформацию, которая необязательно будет вызывать патологию. Если же нормальный белок в принципе способен образовать аномальную конформацию, которую предлагает патоген, это и происходит — развивается заражение.

Этот же автор схематично представляет и процесс размножения приона (рис. 3): сменив здоровую конформацию



3

Размножение прионов. Взаимодействуя с патогенными прионами разных штаммов (конформаций), здоровый белок приобретает именно ту конформацию, что у приона-«учителя», а не какую-либо другую — образно говоря, быть сразу и квадратным, и треугольным невозможно. Так осуществляется передача инфекционного заболевания без участия ДНК



4
Импринтинг антител по Францу Диккерту.
 Антитела взаимодействуют с полимерной наночастицей и оставляют на ней отпечатки участков связывания антигенов. Наночастица, в свою очередь, отпечатывается в полимере — получается углубление с выростами, которые копируют антиген-связывающие участки. Пластиковые «куклы» антител, копирующие их геометрическую форму, вылавливают из раствора антиген еще лучше, чем белковые прототипы

на патологичную, белок приобретает способность слипаться со своим «учителем», патологично сложенным белком, в единую олигомерную структуру. Образуются фибриллы, а когда они достигают определенной длины, происходит их фрагментация. Часть фрагментов становится затравкой для конверсии других здоровых прионов, остальное уничтожают протеазы организма.

Таким образом, стало ясно, что не только нуклеиновые кислоты могут хранить и довольно точно передавать наследственную информацию, природа использует и другие способы. Более того: необязательно и присутствие белка.

Неожиданный результат получил в 2000 году Гайдушек («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2000, т. 97, № 7, с. 3418—3421). Он выдерживал инфекционный материал при температурах 150—1000°C в течение 5—15 минут. Было известно, что автоклавирование прионов при температуре свыше 135°C в условиях острого пара их инактивирует, однако Гайдушек все же решил проверить препарат на инфекционность, сделав внутривенные инъекции хомякам. И произошло нечто удивительное: полностью карбонизированный при 600°C образец вызвал у хомяка симптомы болезни. После процедуры, которая должна была уничтожить все биомолекулы — и нуклеиновые кислоты, и белки, — материал по-прежнему мог заражать новые белки, сохраняя при этом особенности своего штамма. Обсуждая полученные результаты, Гайдушек с коллегами сослались на хорошо известное явление биоминерализации ископаемых одноклеточных организмов. Возможно и другое объяснение: при обугливание

органических углеродсодержащих материалов образуются фуллерены от C₂₀ до C₉₀ — новый класс каркасных соединений с необычными физико-химическими свойствами. Эти соединения способны образовывать различные структуры, в том числе нанотрубки, внешне напоминающие амилоид. Сотрудник Гайдушэка, Пол Браун, пришел к выводу, что прионы, сгорая, сохраняют свою пространственную организацию и по-прежнему остаются матрицей, которую узнает нативный белок PrP^C. Эти данные заставили ученых задуматься о том, безопасен ли прах погибших от заболеваний людей и животных.

Итак, даже форма патологичного приона, повторенная углеродом или фуллеренами, может быть инфекционным агентом. Опровержений этому пока не найдено, а вот подтверждение непредвиденных возможностей геометрии молекул пришло из другой области.

«Куклы» антител

Если вдоль стены скользит предмет, имеющий определенные очертания, а в стене есть выемка, повторяющая его очертания, и ничто не мешает предмету проникнуть в нее, то легко представить, что он может задержаться в этой выемке. Именно на этом принципе основан молекулярный импринтинг — метод получения органических и неорганических материалов с особыми свойствами (см. «Химию и жизнь», 2011, № 3). Название метода происходит от imprinting — отпечатывание, оттиск. Молекулярно импринтированный материал создают так: в смесь мономеров добавляют вещество, для которого хотят создать «формочку», затем вызывают полимеризацию. Вокруг молекул импринтируемого вещества образуется полимер, затем это вещество вымывают или уничтожают, а в полимере остаются его отпечатки, комплементарные нужной молекуле и способные удерживать ее.

Огромный успех в создании таких полимеров был достигнут с небольшими молекулами. С крупными, такими, как белки, работать значительно труднее, однако и для них понемногу создаются подобные материалы. Одно из самых интересных направлений в этой области — импринтинг антител, то есть молекул, распознающих чужеродные для организма вещества (антигены). Совсем недавно иранский ученый Али Нематоллахзаде опубликовал статью об импринтировании антител («Angewandte Chemie International Edition», 2011, т. 50, с. 495—498), а турецкая группа во главе с Гиземом Ертюрком («Biosensors and Bioelectronics», 2011, т. 28, с. 97—104) сообщила об импринтинге того самого фрагмента антител, который связывает антигены. Понятно, что полимеры, используемые как основа, по химическому составу не имеют ничего общего ни с



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

антигенами, ни с антителами. Удержание антител оказалось возможным главным образом из-за соответствия их геометрии и геометрии отпечатка. Водородные взаимодействия играли при этом лишь второстепенные роли.

Особого успеха добился австрийский ученый Франц Л. Диккерт, который сначала импринтировал антитела в полимерные наночастицы, а затем импринтировал сами наночастицы, осажденные на стекло, в толще полимерного материала вдавливанием («Journal of Materials Chemistry», 2011, т. 21, с. 14594—14598). В результате он получил уже не выемки, а пластиковые копии антител, почти точно повторяющие их формы. Удивительно было то, что «куклы» антител лучше задерживали антиген (в данном опыте это был гербицид атразин), чем это делали природные антитела, привязанные к подложке. Прямые измерения подтвердили, что слой полимера со слепами активных участков антител, нанесенный на пластинку электрода, может стать основой высокочувствительного сенсора (рис. 4).

Успех двойного импринтинга еще раз показал, что «неживой» материал неплохо справляется с задачами, которые, как считалось ранее, под силу только биомолекулам. Теперь перед химиками открываются обширные новые земли, о которых ранее почти никто не задумывался, — использование геометрии макромолекул.

Итак, для протекания некоторых высокоточных процессов в природе необходима именно геометрия, а не принадлежность к тому или иному классу биомолекул. Роль геометрии была доказана как созданием импринтированных материалов, так и наблюдением за свойствами прионов передавать характеристики своего штамма новым молекулам. Кстати, прионный способ передачи информации, как выяснилось, не ограничивается смертельными неврологическими заболеваниями, а широко используется в природе. Подобная передача информации была открыта у дрожжей и некоторых других грибковых организмов (С.Г.Инге-Вечтомов, «Вестник РАН», 2001, т. 70, с. 299—306). Недооцененный прежде фактор — геометрия белковых (и иных) тел — потихоньку отстаивает свое место в молекулярной биологии.



СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м²/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

Прибор СОРБОМЕТР обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однотоочечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор СОРБОМЕТР-М обеспечивает

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

Области применения

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

РЕШЕНИЕ, ПРИНЯТОЕ В ПОЛЬЗУ ТОЧНОСТИ...



ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ



2010

РАБОТЫ НА: АЛКИЛИГАЦИЯ, ГИДРОНИКРИНГ, ИЗОМЕРИЗАЦИЯ

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

АЛКИЛИГАЦИЯ, ГИДРОНИКРИНГ

2008

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

2011

УСТАНОВКА ТЕРМОПАРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ КРЕКИНГА

2010

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ВАКУУМНОГО ГАЗОИЛЯ

2009

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПАРОВОЙ И ВОЗДУШНОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ

2010

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ РЕАКТОРОВ-РИФОРМЕРОВ

2011

УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

2009

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПАРАФИНОВЫХ И ОЛЕФИНОВЫХ С₃-С₄ УГЛЕВОДОРОДОВ

2011

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОКРЕКИНГА ГУДРОНА И ДРУГИХ ТЯЖЕЛЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ

2009

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ПРОПИТКИ

ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:

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

Лабораторные Каталитические Установки
Технологические Стенды

Щедрый дар Цереры

Доктор химических наук

В.К.Иванов,

кандидат химических наук

А.Б.Щербаков,

кандидат биологических наук

Н.М.Жолобак

Редкоземельные элементы (РЗЭ) называют «витаминами промышленности» (см. «Химию и жизнь», № 3, 2012) Но они способны выполнять функции витаминов не только в переносном, но и в прямом, биологическом смысле.

Церий — редкоземельный химический элемент семейства лантанидов, названный в честь древнеримской богини Цереры. Он не входит в число биологически значимых элементов, даже «условно необходимых», но между его названием и свойствами есть связь. Церера в пантеоне античных богов была ответственной за урожай и плодородие. А на территориях, богатых соединениями церия, как выяснилось позже, тучнее стада и богаче урожай. Обнаружено, что внесение солей церия в почву, добавление их к кормам значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур и прирост веса животных. Семена растений, предварительно замоченные в растворах солей церия, демонстрируют лучшую всхожесть. В 2003 году в Швейцарии была зарегистрирована кормовая добавка для животных на основе соединений церия (Lancet) — при высокой эффективности этот препарат нетоксичен и не накапливается в органах. На фоне гормонов и антибиотиков, чья репутация может привести к их полному запрету, эти качества особенно привлекательны.

Водорастворимые соли церия (III) в нейтральных и щелочных растворах (а следовательно, и в биологических средах) быстро подвергаются гидролизу с образованием гидроксида церия (III), который, в свою очередь, окисляется кислородом воздуха с образованием гидроксида церия (IV) и переходит в нерастворимый диоксид. Казалось бы, переход в нерастворимое состояние ставит точку на биодоступности элемента. И это действительно было бы так, если бы при этом не образовывались коллоидные системы, состоящие из нанометровых частиц CeO_2 . Именно наночастицы диоксида церия (НДЦ) определили место церия среди биологически активных элементов, благотворно влияющих на живые организмы.

Опять неаккуратность

Несколько лет назад в университете Вирджинии (США) профессор Беверли Ржигалински изучала возможность использования наночастиц оксидов металлов в качестве средств доставки биомолекул в ткани живых организмов. На первой стадии исследований в чашки Петри с культурой клеток мозга крысы добавляли коллоидные растворы наночастиц, выдерживали определенное время в инкубаторе и затем регистрировали количество жизнеспособных клеток. Работа была рутинной и не требовала особой квалификации, поэтому значительную ее часть выполняли студенты, не отличающиеся педантизмом. Однажды профессор обнаружила в инкубаторе чашки, которые простояли там несколько месяцев.

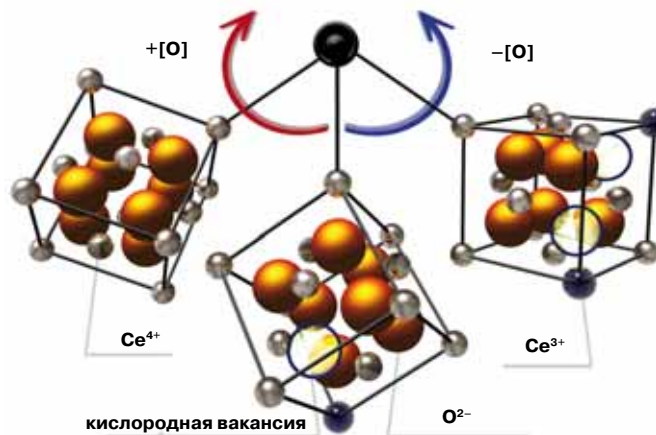


Художник Хендрик Гольциус. 1590-г.

*Церера между Венерой и Вакхом
Хендрик Гольциус. 1590 год*

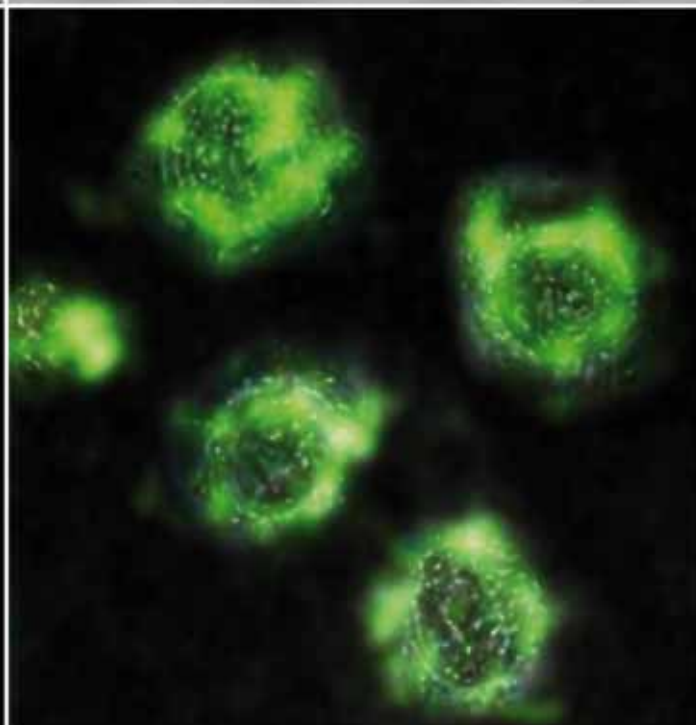
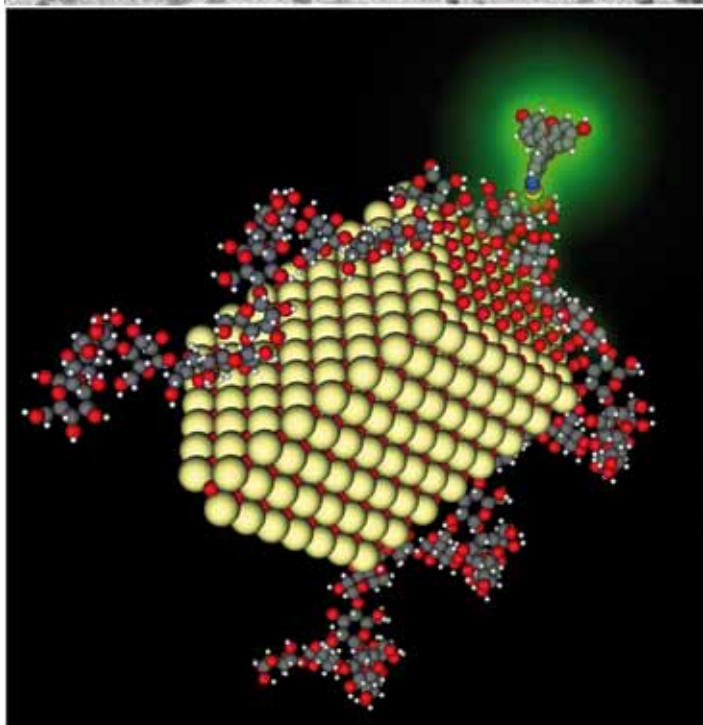
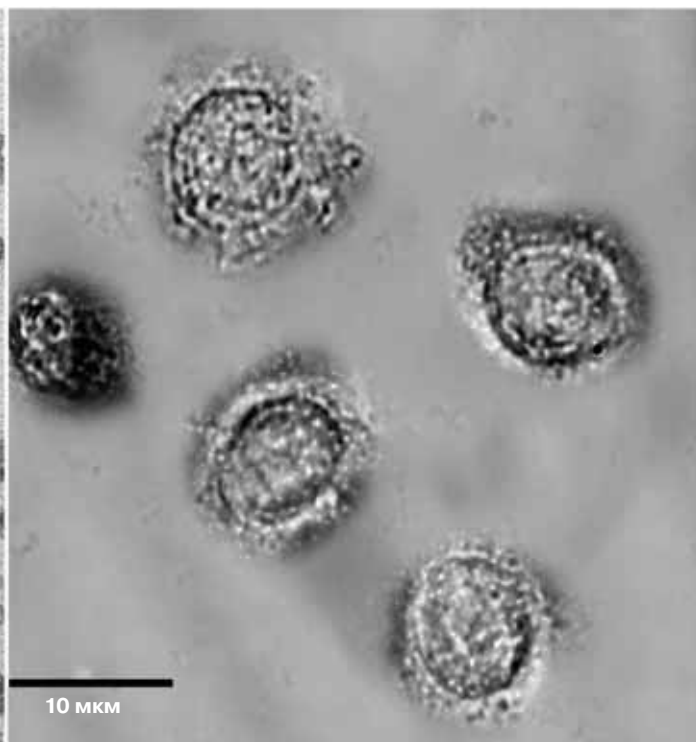
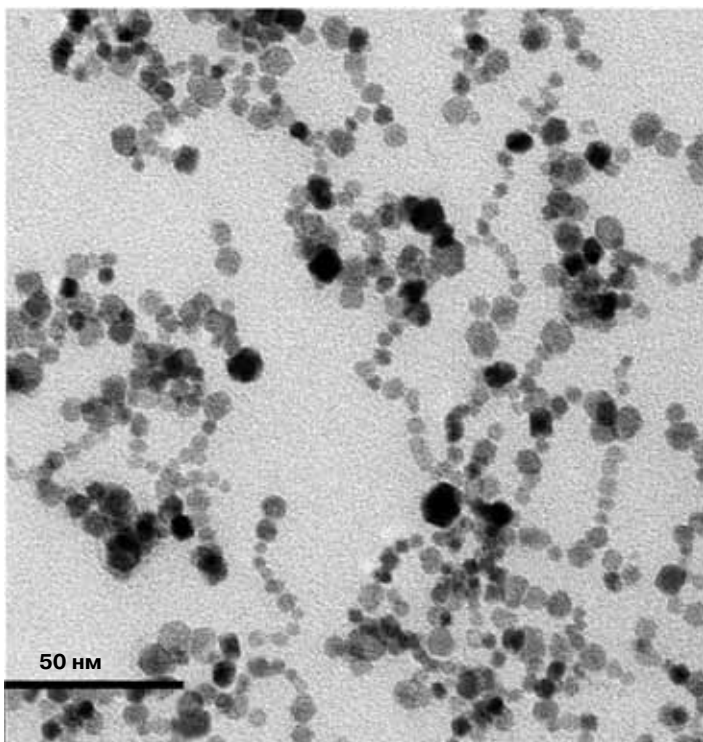
Поскольку средняя продолжительность жизни таких клеток *in vitro* не превышает 26—30 дней, студент был наказан за нецелесообразное использование инкубатора, расход посуды, реактивов и электроэнергии.

Но прежде чем выбросить чашки, профессор заглянула внутрь и обнаружила, что в одной из них клетки выглядели совершенно свежими. Естественно, так долго клетки этой культуры прожить не могли, наверняка что-то перепутали! Но... надо бы разобраться. И выяснилось, что смешанная культура клеток мозга под действием наночастиц диоксида церия (НДЦ) действительно сохраняет жизнеспособность и сигнальные функции в несколько раз дольше контроля.



1

Схема колебательного процесса окисления-восстановления наночастицы диоксида церия (пояснения в тексте)



2
 Микрофотография НДЦ, модифицированных ФИТЦ-декстраном (вверху слева).
 Компьютерная модель частицы CeO_2 размером 2 нм, модифицированной
 ФИТЦ-декстраном (внизу слева). Культура клеток, обработанных частицами
 ФИТЦ-декстран-НДЦ при нормальном (вверху справа) и при ультрафиолетовом
 (внизу справа) освещении.

Студент Дэвид Бейли был реабилитирован и под руководством профессора Ржигалинки продолжил исследования биологической активности наночастиц диоксида церия. Они показали, что НДЦ продлевают жизнь не только отдельных клеток, но и целых организмов. В частности, таким способом удалось добиться увеличения средней и максимальной продолжительности жизни плодовой мушки дрозофилы, при этом «стареющие» мушки сохраняли нормальное поведение,

например, способность ориентироваться в пространстве относительно силы тяжести.

Практически одновременно с Ржигалинки изучением необычных свойств НДЦ начинают заниматься в других научных организациях по всему миру. В университете Центральной Флориды (США) золи диоксида церия исследуют группы Судипты Сила и Дж. Мануэля Переца. Оказалось, что биохимическое поведение НДЦ во многом напоминает поведение ферментов — каталазы, пероксидазы и супероксиддисмутазы (СОД), причем способность играть роль этих ферментов проявляется у НДЦ только в определенных условиях. Первый из перечисленных катализирует разложение пероксида водорода на нетоксичные продукты — воду и молекулярный кислород, при этом биологические ткани защищены от разрушения. С другой стороны, пероксидаза катализирует

окисление субстрата с помощью пероксида водорода, и биологические ткани разрушаются. Совокупность этих реакций обеспечивают баланс активных форм кислорода (АФК) и регулируют энергетические процессы в организме. Было обнаружено, что в нейтральных и щелочных системах у НДЦ более выражена каталазоподобная активность, а в кислых — пероксидазная. Например, достаточно небольшого отличия рН у нормальных и раковых клеток, чтобы в присутствии НДЦ первые были защищены от разрушающего действия пероксида водорода, а вторые — нет.

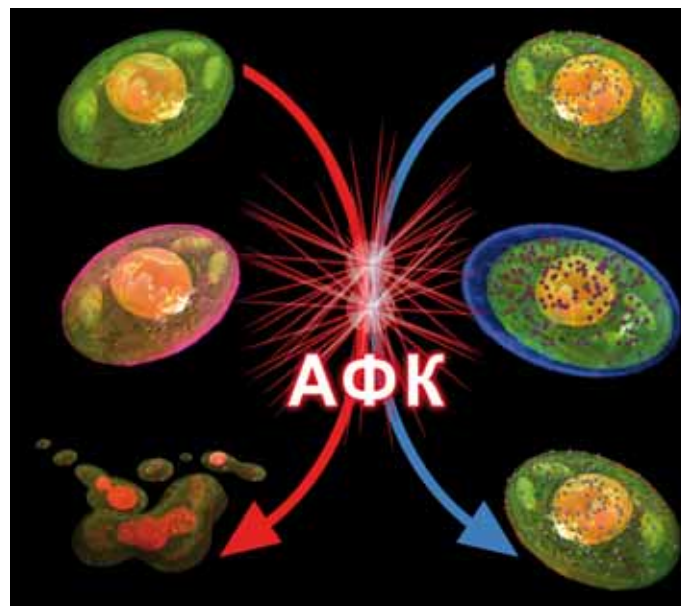
Под влиянием эндогенных и экзогенных факторов в организме образуется супероксидный радикал, который необратимо повреждает белки и трансформируется в высокореактивный гидроксильный радикал. Следом запускается целый каскад свободнорадикальных процессов, в том числе перекисное окисление липидов. От действия супероксидных радикалов организм защищает ещё один фермент — СОД. Показано, что, подобно СОД, НДЦ способны инактивировать супероксидный радикал, а также и другие АФК. Благодаря этому НДЦ защищают живые клетки от окислительного стресса, вызванного различными неблагоприятными факторами. Например, НДЦ могут быть перспективными в профилактике и лечении некоторых офтальмологических заболеваний — наночастицы SeO_2 не только защищают сетчатку глаза, но и частично купируют патологические изменения зрения, связанные со старением организма. По совокупности антиоксидантных свойств наночастицы диоксида церия не уступают аскорбиновой кислоте (витамину С) или токоферолу (витамину Е), а по способности ускорять регенерацию — значительно превосходят их.

Особый интерес представляет использование НДЦ в качестве профилактического средства при радиотерапии онкологических заболеваний. Одноразовая предварительная обработка НДЦ нормальных клеток толстой кишки человека обеспечивала защиту эпителия от лучевого повреждения, снижала продукцию АФК и увеличивала экспрессию супероксид дисмутазы-2 (СОД2). Использование НДЦ при культивировании клеток *in vitro* также представляется очень перспективным; в частности, уже запатентован способ стимулирования пролиферации стволовых клеток с помощью НДЦ размером 3—20 нм.

На основании этих свойств диоксида церия уже разрабатываются сенсоры для определения пероксида водорода, лекарственные препараты и перспективные методы терапии рака.

В России и на Украине

В исследованиях, проводимых в ИОНХ им. И.Н.Курнакова (РАН) и в Институте микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного (НАН Украины), авторы этой статьи продемонстрировали антиоксидантное действие НДЦ в отношении различных биологически активных соединений — полифенолов, каротиноидов, адреналина. Мы обнаружили, что НДЦ могут инактивировать не только короткоживущие, но и стабильные радикалы. Нанокристаллический диоксид церия защищает клеточные культуры от окислительного стресса при действии пероксида водорода или ультрафиолетового облучения, а значит, на основе CeO_2 можно разработать солнцезащитную косметику нового поколения. Поскольку окислительный стресс развивается не только под действием АФК, но и в качестве реакции клетки на вирусное заражение, мы исследовали влияние НДЦ на противовирусный ответ. Его применение было эффективным как в профилактической, так и в лечебной схеме. Кроме того, НДЦ обладают прямым противовирусным действием: связываются с поверхностью вирусных частиц и мешают им проникнуть в клетку. Аналогичным образом



3
Наночастицы диоксида церия не дают клетке погибнуть от окисления

НДЦ угнетают рост болезнетворных микроорганизмов — золотистого стафилококка, грибов рода *Candida*.

Несмотря на то, что НДЦ препятствуют размножению патогенных микробов, применение их совместно с лактобактериями и другими составляющими нормальной микрофлоры, наоборот, улучшает воздействие последних на иммунную систему человека и животных. Некоторые лактобактерии не содержат СОД: в механизме защиты от супероксид-аниона данные организмы используют неорганические соединения (например, ионы марганца) — при этом сами по себе способны продуцировать большое количество пероксида водорода. Использование НДЦ существенно повышает пробиотические свойства таких лактобактерий, а у животных, получающих в пищу композиции на основе НДЦ и пробиотиков, активируются все исследованные звенья системы синтеза интерферона. Эти результаты открывают перспективы создания и применения церийсодержащих наноконпозиций, способных активировать системы клеточной и гуморальной иммунной защиты.

Церера у древних символизировала не только урожай и плодородие, но и материнство. И вот удивительная параллель: мы показали, что у самок лабораторных мышей, получающих с пищей наночастицы диоксида церия, в яичниках образуется дополнительное количество фолликулов, повышается жизнеспособность ооцитов. Особенно ярко эти эффекты проявляются у немолодых животных, чья способность к воспроизводству снижена. Иными словами, НДЦ повышают вероятность зачатия и материнства.

Художники Средневековья часто изображали Цереру рядом с Вакхом — богом виноделия и разгула. Святилища Вакха были под защитой храма Цереры, и в этом проявляется еще одна параллель с современностью. НДЦ имеют гепатопротекторный эффект, то есть защищают печень при поражениях, вызванных всевозможными токсинами (в том числе алкоголем и его производными). Гепатоциты сохраняют не только свою морфологию, но и ферментативную активность. Также продемонстрирован защитный механизм НДЦ против компонентов сигаретного дыма. В частности, предварительная обработка клеток сердечной мышцы (кардиомиоцитов) крыс раствором НДЦ значительно уменьшала окислительный стресс, вызываемый экстрактом табачного дыма, активировала транскрипционный фактор NF-, контролирующий экспрессию генов иммунного ответа, апоптоза и клеточного цикла.

Почему? А вот почему

Причина такого необычного поведения НДЦ кроется в уникальных свойствах элемента церия. Это единственный лантанид, у которого имеются две устойчивые степени окисления, при этом более стабилен именно оксид четырехвалентного церия — CeO_2 . В то же время в поверхностном слое НДЦ присутствуют кислородные вакансии, причем с уменьшением размера частиц возрастает их концентрация, увеличиваются расстояние Ce-O и подвижность кислорода в кристаллической решетке CeO_2 . Вследствие этого наночастицы диоксида церия легко вступают в окислительно-восстановительные реакции, причем при уменьшении размеров частиц возрастает их способность выступать в роли антиоксиданта.

В 1951 году Б.П. Белоусов, пытаясь найти неорганический аналог цикла Кребса, открыл явление автоколебательной химической реакции, катализатором которой выступали ионы церия Ce^{+3} . Развитие нанотехнологий и исследования физико-химических свойств НДЦ позволяют рассматривать их как объект для моделирования циклических окислительно-восстановительных процессов, как их активный регуляторный компонент. Согласно существующим сегодня представлениям, способность НДЦ возвращаться в равновесное исходное состояние напоминает поведение маятника.

Схематически процесс представлен на рис. 1. Равновесное состояние наночастицы диоксида церия (посередине) предполагает наличие в кристаллической решетке определенного количества кислородных вакансий; окисление частиц приводит к стехиометрическому диоксиду церия (по стрелке влево), восстановление — еще более увеличивает кислородную нестехиометрию (по стрелке вправо). А способность отдавать или принимать кислород зависит прежде всего от размеров частиц.

Как уже говорилось, наночастицы диоксида церия образуются при гидролизе солей Ce(III) или Ce(IV) . Проблема в том, что при этом получаются сильноагрегированные полидисперсные частицы, нестабильные в растворе, у них низкая биодоступность и непредсказуемая биологическая активность. Для практического применения нужны стабильные во времени водные коллоидные растворы, содержащие неагрегированные монодисперсные частицы, которые имеют размер меньше некоторого критического. С уменьшением размера частиц их биологическая активность возрастает, а вот токсичность, наоборот, снижается.

А теперь — технология!

Стабилизатор, который используется для регулирования размера НДЦ и повышения агрегативной устойчивости золей, сам по себе также должен быть нетоксичным и биологически совместимым. Поэтому создание композиций на основе НДЦ для медико-биологических применений — непростая задача. В наших исследованиях в качестве стабилизатора и матрицы при синтезе НДЦ отлично себя зарекомендовали, например, полигидроксильные соединения (полимеры глюкозы) и многоосновные карбоновые кислоты (лимонная, полиакриловая). Изменяя соотношение концентраций солей церия и стабилизатора, а также условия проведения синтеза, можно менять размер частиц диоксида церия, их морфологию и заряд поверхности. Например, при высокотемпературной обработке золей НДЦ в автоклаве за счет рекристаллизации («Оствальдовского созревания») и ориентированного срачивания частиц их размер увеличивается, и таким способом можно создавать препараты с заданными химико-биологическими характеристиками. Более того, современное оборудование позволяет создавать золи НДЦ, вовсе не содержащие стабилизаторов, — например, в условиях гидротермально-микроволнового синтеза при высоких



давлениях и температурах мы синтезировали устойчивые золи НДЦ с узким распределением частиц по размерам. К этим не содержащим стабилизатора наночастицам могут быть легко прикреплены другие биологически активные или люминесцентные молекулы. Так, антитела или фолиевая кислота обеспечат адресную доставку НДЦ в требуемые места организма (например, в зону опухоли), а люминесцентные метки позволят визуально определить локализацию частиц в организме.

Например, к молекуле декстрана можно «пришить» флуоресцеинизотиоцианат (ФИТЦ), который ярко светится в ультрафиолете. Такое молекулярное соединение стабилизирует НДЦ и позволяет увидеть частицы в клетке (рис. 2). Чтобы молекула ФИТЦ-декстрана не «отвалилась» от частицы во время путешествия по биологическим тканям, ее дополнительно фиксируют глутаровым альдегидом.

Низкая токсичность, высокая биологическая активность и способность к регенерации — вот три составляющие, обеспечивающие перспективу использования НДЦ в биологических системах для регулирования всевозможных дисфункций, которые вызваны действием неблагоприятных внутренних и внешних факторов. Действие защитного механизма представлено на рис. 3. При избытке АФК незащищенная клетка необратимо повреждается и разрушается — например, по механизму окислительного стресса (апоптоза, вызванного окислительным стрессом). В присутствии НДЦ инактивируются АФК, при этом клетка защищена от разрушения.

Итак, наночастицы диоксида церия эффективны везде, где образуются активные формы кислорода и возникает окислительный стресс, являя собой принципиально новый инструмент для воздействия на окислительные процессы в живых организмах. Физико-химические свойства НДЦ позволяют тонко модулировать протекание внутриклеточных реакций, тем самым обеспечивая целый спектр защитных эффектов. Какие еще сюрпризы преподнесет нам щедрый дар Цереры?

Что еще можно прочитать о наночастицах диоксида церия

В.К. Иванов, А.Б. Щербаков, А.В. Усатенко. Структурно-чувствительные свойства и биомедицинские применения нанодисперсного диоксида церия. «Успехи химии», 2009, т. 78, № 9, 924—941.

А.Б. Щербаков, В.К. Иванов, Н.М. Жолобак, О.С. Иванова, Е.Ю. Крысанов, А.Е. Баранчиков, Н.Я. Спивак, Ю.Д. Третьяков. Нанокристаллический диоксид церия — перспективный материал для биомедицинского применения. «Биофизика», 2011, т. 56, № 6, 995—1015.

Интерес к науке: дайте микроскоп!

Л. Викторова

Как наше общество относится к науке? Чтобы ответить этот вопрос, необходимо проводить социологические исследования. На то она и социология, чтобы изучать общество, в котором мы живем, и помогать нам лучше его понять.

В последние годы исследованиями по интересующему нас вопросу активно и профессионально занимается Институт статистических исследований и экономики знаний, который возглавляет доктор экономических наук, профессор Л.М. Гохберг. Институт был основан в 2002 году как подразделение Высшей школы экономики (ВШЭ). Область его научных интересов — методологические и аналитические разработки, связанные с развитием российской статистики в области науки, технологий, инноваций, образования, информационного общества.

Институт публикует результаты своих исследований в форме различных статистических сборников. В одном из них — «Индикаторы науки: 2012. Статистический сборник» (М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2011) — мы и найдем ответ на интересующий нас вопрос, точнее — результаты социологических исследований на эту тему в разделе «Интерес населения к науке».

Сразу оговоримся, что социологические исследования выполнены по всем правилам этой науки. Данные по России, которые будут приведены ниже в диаграммах, получены в результате репрезентативных опросов взрослого населения (18 лет и старше), организованных Институтом статистических исследований и экономики знаний ВШЭ. Для сравнения авторы исследования использовали следующие источники данных: по европейским странам — Science and Technology, Eurobarometer 340, Luxembourg, 2010; Europeans, Science and Technology, Eurobarometer 224, Luxembourg, 2005; по США и другим странам — National Science Board. Science and Engineering Indicators — 2010. Arlington, VA: National Science Foundation.

Результаты любых социологических опросов — это всего лишь цифры, дающие повод для размышлений. Ну что ж, давайте поразмышляем.

Народ и тема

Беглый взгляд на диаграмму 1, иллюстрирующую интерес населения к научным темам, радует. Казалось бы, россияне уже давно ничего не интересуют, кроме денег. А вот и нет. И это уже хорошо.

Интерес к состоянию окружающей среды столь же высок, как в Европе и в США. Правда здесь есть некие содержательные отличия, которые не отражены в опросе, а жаль. Отличия связаны с тем, что западный мир интересуют глобальные проблемы — глобальное потепление, глобальный дефицит пресной воды, глобальная миграция радиоактивных облаков пыли и вод и т.п. Нам же, в России, это совсем не интересно. Нас беспокоит состояние среды нашего обитания — того села, городка и региона, в котором мы живем. И высокий интерес, запечатленный на диаграмме, говорит о том, что в России много неблагополучных регионов, и о том, что эти вопросы активно обсуждаются в местной прессе. Мониторинг региональных СМИ, который я невольно провожу, разъезжая по городам и весям нашей необъятной страны, подтверждают эту мысль. Впрочем, вы можете с ней и не согласиться.

Интерес к достижениям в медицине у нас тоже высок, на том же уровне, что в Европе и в США. Но, скорее всего, не к достижениям как таковым, потому что рассчитывать на быстрое вхождение новых технологий в медицинскую практику в России нам не приходится — весь наш опыт говорит об этом. Похоже, диаграмма отражает повышенную заботу россиян о своем здоровье, а значит — поворот к здоровому образу жизни. И это очень хорошо. Понятно, что те, кто, скажем, пьет горькую, никакими «достижениями медицины» не интересуются, разве что новыми эффективными способами снятия алкогольной интоксикации. Впрочем, медицина медицине рознь. Очень может быть, что в сознании опрошенных всякие шарлатаны тоже проходят по разряду «достижения медицины», а у нас их пруд пруди. Хотя на Западе их не меньше. Однако эту тонкую градацию мы не можем рассмотреть в диаграмме, но общая картина вдохновляет.

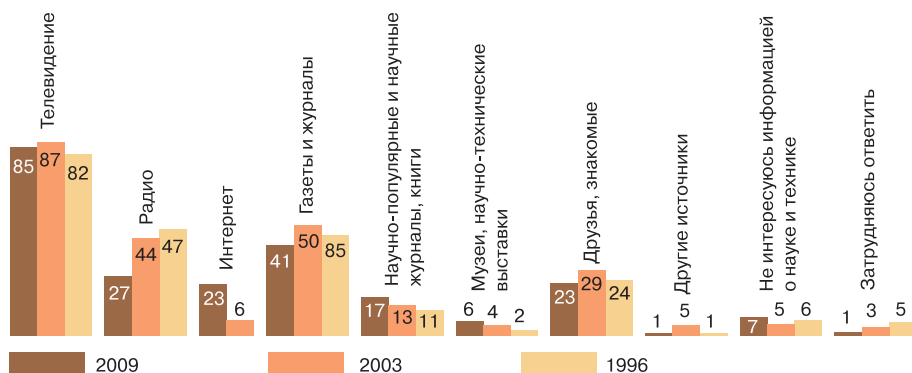
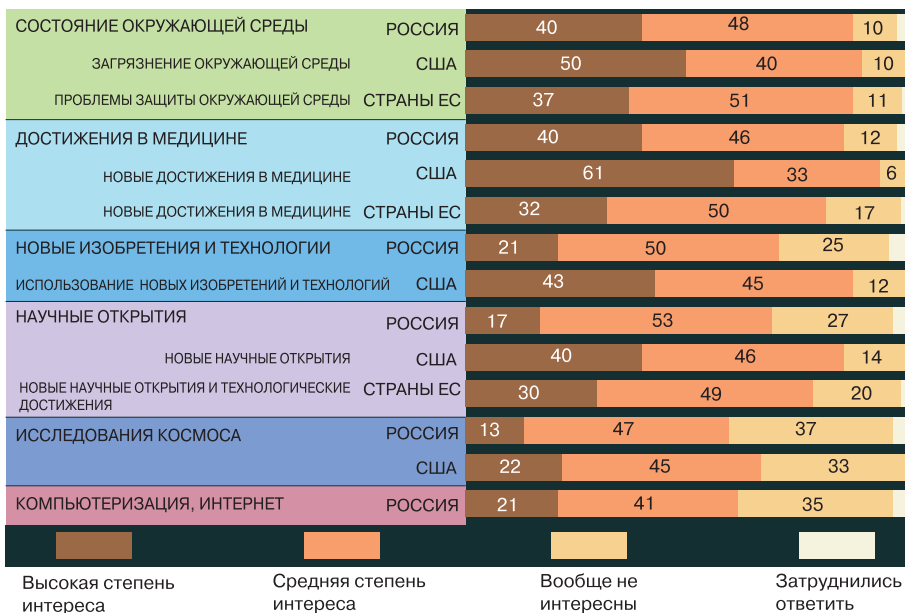
Однако радость улетучится, когда мы примемся анализировать интерес российского общества к изобретениям, техноло-

гиям и научным открытиям. На самом деле столь низкие цифры отражают российские реалии и объясняют, почему наша наука в загоне. Но дело не только и не столько в науке. В конце концов, ей требуется не так уж и много исследователей. Гораздо хуже с изобретениями и технологиями, которые по определению символизируют материальное производство. И теперь мы знаем, что все это мало кого интересуют. Похоже, россияне не особо надеются на науку и технику как основу научно-технического прогресса, призванного улучшить нашу жизнь, и не рассматривают их как область приложения своих сил. И это крайне огорчительно. С кем будем строить «инновационную экономику», проводить «новую индустриализацию»? И кто через 10—20 лет будет работать на атомных электростанциях? Да что там атомных — тепловых хотя бы. Данные, приведенные на диаграмме, на самом деле отражают, на мой взгляд, последствия гуманитаризации школьного образования, уничтожения отраслевой науки и производства в нашей стране. Разрушить было просто. А вот теперь, когда стало ясно, что погорчались, как все это восстановить при таком низком интересе общества к этой сфере деятельности?

Что окончательно добывает, так это отсутствие интереса российского общества к исследованиям космоса. Это в стране, которая первой вышла в космос и еще недавно так гордилась своими космическими проектами, устремленными в будущее! Высокая степень интереса к исследованиям космоса в России за двадцать пять лет упала со 100 до 13%. Значит, даже те, кто в детстве мечтал стать космонавтом, больше не следят за новостями о Международной космической станции и телескопе «Хаббл». А рассчитывать на интерес у молодежи было бы странно, если вспомнить, что курс «Астрономии» выкинули из школьных программ 15 лет назад, как, впрочем, и космические программы — из сферы государственных приоритетов.

И вот что интересно. Поколение «Звездных войн», выросшее на компьютерных космических стрелялках и фантастических блокбастерах, совершенно равнодушно к настоящим исследованиям космоса. Обитатели виртуального мира перестают интересоваться миром

В какой степени Вас интересуют следующие темы?



2 Основные источники информации о науке и технике

реальным. И это не интересно — это страшно.

Что же касается компьютеризации и Интернета, то полученные данные (жаль, что нет сравнения с западными странами) демонстрируют вполне здоровое и адекватное отношение к компьютерам. Всерьез этим интересуется 21% — это огромная армия профессионалов, кто эти компьютеры разрабатывает, собирает, обслуживает, чинит, пишет к ним программы и все это продает. Тут, хочешь, не хочешь, а приходится интересоваться новостями в этой области. И еще, пожалуй, небольшая группа компьютероманов, которые жить не могут без новых компьютерных игрушек и прирубасов. Большая же часть нашего общества — обычные пользователи,

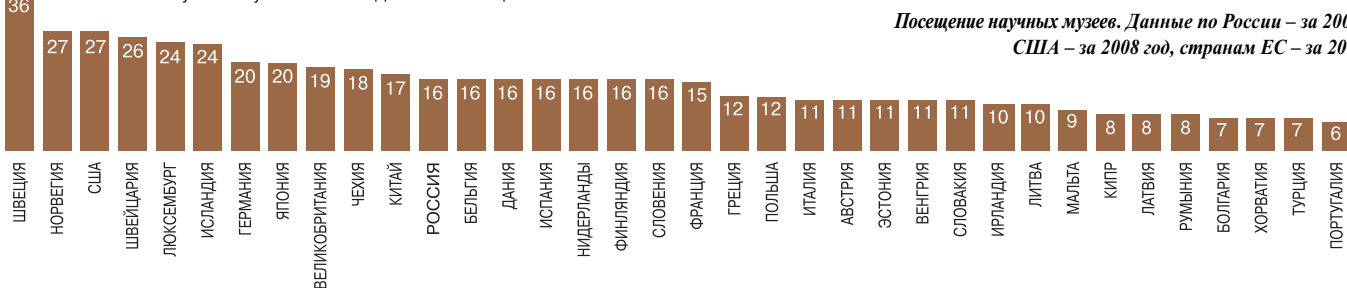
которые относятся к компьютерам и Интернету спокойно, как к обычному инструменту, который давно уже перешел в разряд бытовой техники. Наверное, компьютеров в России сегодня больше, чем стиральных машин.

Впрочем, было бы ошибкой полагать, что в России компьютер стоит в каждом доме и каждый россиянин начинает и заканчивает свой день с просмотра новостей в Интернете. Большинство в нашей стране до сих пор не пользуются по разным причинам этим инструментом. Поэтому так велика армия тех, не интересуется этой темой или интересуется умеренно.

Где источник?

Значимость Интернета как источника информации о науке и технике в последние годы быстро растет, телевидение стоит на месте, а доля радио падает, что и понятно:

Посетили научные музеи за последние 12 месяцев



1

Интерес к научным темам. Данные по России — за 2009 год, США — за 2008 год, странам ЕС — за 2010 год



РАЗМЫШЛЕНИЯ

для популяризации науки и техники необходим визуальный ряд, который радио не доступен, а просто разговор в эфире можно не понять или понять неправильно. В общем, все вполне прогнозируемо и ожидаемо (см. диаграмму 2).

Для нас, выпускающих журнал «Химия и жизнь», важно, что роль научно-популярных журналов и книг в распространении информации о науке и технике, тоже неуклонно растет, пусть и медленно. Правда, эта тенденция почему-то не воплощается в рост тиражей бумажных научно-популярных журналов.

В этом перечне есть еще один подрастающий член команды — научные музеи. Мы чаще стали посещать планетарии, зоопарки и ботанические сады, научные музеи и научно-технические выставки. В абсолютных цифрах это не так впечатляет, 61% опрошенных ни в какие подобные места не ходят, но тем не менее на фоне других стран мы выглядим очень даже прилично, занимая место между Китаем и Бельгией (диаграмма 3).

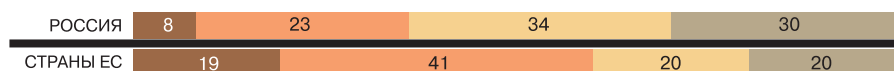
Проблемы науки и техники

Регулярно читают о науке у нас совсем немногие — всего лишь 8%. Да и для разговоров с друзьями (5%) мы находим другие темы. Тут Европа подает нам хороший пример (диаграмма 4). А вот где мы на равных, так это в публичных обсуждениях проблем науки и техники. Правда, я не очень понимаю, о каких таких публичных обсуждениях в России идет речь.

Но интереснее другое. В обсуждениях-то мы участвуем, пусть и немногие, регулярно или время от времени (10%). А вот подписывать всякие обращения к руководству области и страны мы не торопимся, потому что хорошо понимаем — смысла никакого. Можно сказать, что скепсис россиян по отношению к власти почти в три раза сильнее, чем у европейцев.

3 Посещение научных музеев. Данные по России — за 2009 год, США — за 2008 год, странам ЕС — за 2010 год

Читают статьи о науке в газетах, журналах, Интернете



Разговаривают с друзьями о науке и технике



Участвуют в публичных обсуждениях проблем науки и техники



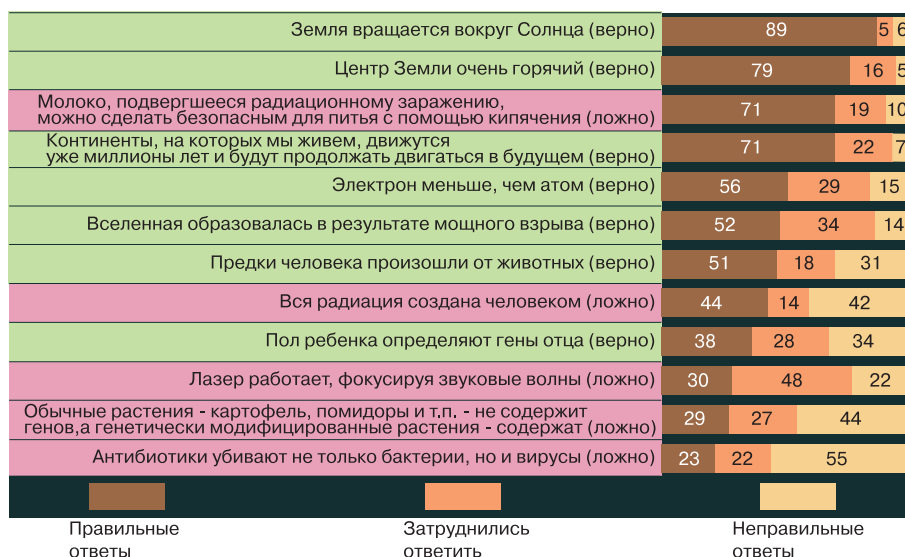
Подписываются под обращениями к руководству области, страны по вопросам решения экологическим и других научно-технических проблем, участвуют в демонстрациях



Регулярно Время от времени Редко Никогда

4 **Вовлеченность в проблемы науки и техники.**
Данные по России – за 2009 год, странам ЕС — за 2005 год

Россия: Верно или ложно следующее утверждение?



5 **Правильные и неправильные ответы.** Данные по России – за 2009 год, США – за 2008 год, Китаю – за 2007 год, странам ЕС – 2005 год, Корею, Малайзии и Индии – за 2004 год, Японии – за 2001 год

Научная грамотность населения

Комментировать данные опросов в этой главе вряд ли стоит – они сами говорят за себя (диаграмма 5). Мы почти единодушны лишь в одном вопросе – что Земля вращается вокруг Солнца. Со всем остальным у нас очевидные проблемы, корни которых лежат, разумеется, в системе образования.

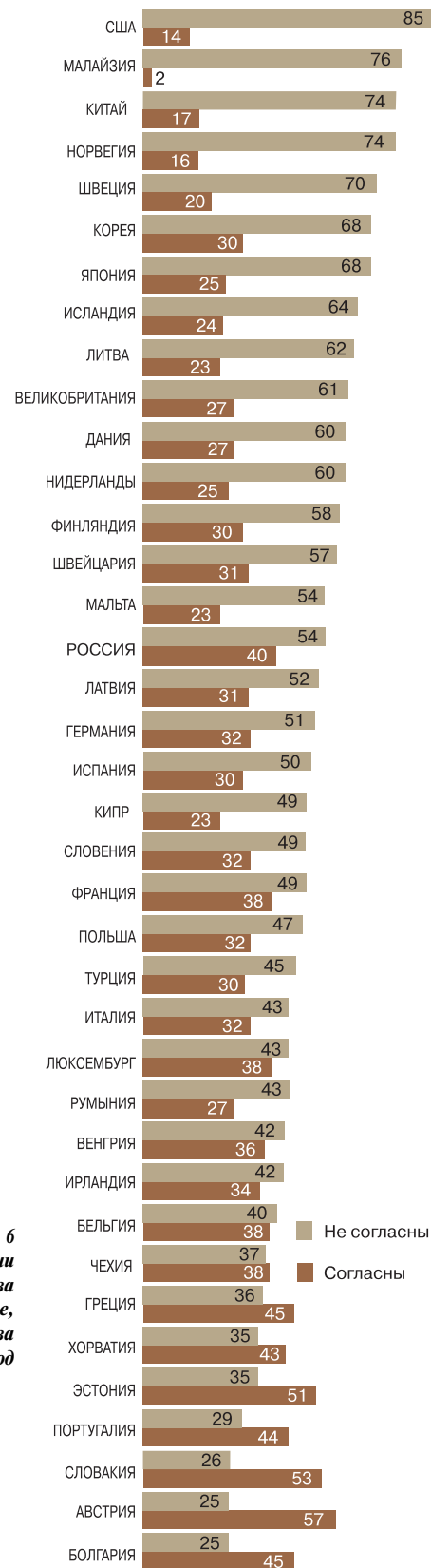
Хотя если бы меня спросили, верно ли, что Вселенная образовалась в результате мощного взрыва, я бы затруднилась ответить по очень простой причине: теория Большого взрыва, хоть она и общепринята на данный момент и имеет множество подтверждений, все-таки остается теорией. И как там оно было на самом деле, мы пока с уверенностью утверждать не можем.

6 **Уровень научной грамотности.** Данные по России – за 2009 год, США – за 2008 год, Китаю – за 2007 год, странам ЕС – за 2005 год, Корею, Малайзии и Индии – за 2004 год, Японии – за 2001 год

Подсчет среднего уровня научной грамотности ставит нас в хвост очереди за Швецией, Францией, Великобританией, США, Словенией, Польшей, Эстонией и еще 20 странами. Одно утешает — хоть здесь-то мы опережаем Китай.

Но это утешение слабое, потому что есть еще одна показательная диаграмма (диаграмма 6), которая выбивает почву из-под ног. С утверждением «В нашей повседневной жизни научные знания необязательны» согласились 40% россиян. Авторы исследования при построении этой диаграммы ориентировались на

В нашей повседневной жизни научные знания необязательны



число тех, кто не согласен с этим утверждением (54%). Наверное, чтобы пощадить наши чувства.

Полезные ссылки



BioMed Central

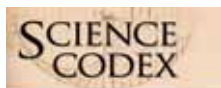


<http://www.biomedcentral.com>

Свободный доступ к научным статьям по биологии и медицине более чем из двухсот рецензируемых онлайн-журналов. (Авторы этих статей разрешают всем желающим читать их, копировать, распространять и использовать со ссылкой на первоисточник.) Кнопка Gateways позволяет отбирать статьи по определенной тематике. Разумеется, есть и обычное окошко поиска. На сайте имеются также блоги, в которых освещаются интересные для посетителей новости. На момент написания обзора в блогах анонсировались новый журнал «Cilia», посвященный клеточным ресничкам (которые, как известно, есть не только у простейших, но и, например, у клеток дыхательных путей человека) и захватывающая статья о метагеномике микрофлоры кишечника младенцев на грудном и искусственном вскармливании. Этот ресурс принадлежит издательскому дому «Springer Media». Недостаток один — грузится долго, с частыми сбоями.

Science Codex

<http://www.sciencecodex.com>



Научно-популярные (более популярные, чем научные) новости на английском языке. Темы — «Земля», «Небеса» (про космос), «Тело», «Мозг», «Культура», «Технология». Заголовки: «Ученые выяснили, какие генные системы повреждены в мозгу аутистов», «Чесночные приправы лучше противостоят инфекциям, передаваемым с пищей, чем антибиотики», «Спешащие часы» показывают, что на ранних этапах Солнечная система могла эволюционировать быстрее, чем мы думаем», «Новорожденных необходимо проверять на дефекты сердца», «Ученые определили уровень витамина D крови, снижающий медицинские риски в позднем возрасте», «Кальмар и данио могут производить интеллектуальные материалы для камуфляжа» (на самом деле это заметка об искусственных мышцах, со ссылкой на видео), «Крупные гориллы привлекательнее для самцов и лучше выращивают потомство». Кстати, эта последняя новость размещена в разделе «Культура».

Гистология

<http://www.histology.narod.>



Сайт кафедры гистологии и эмбриологии Санкт-Петербургской Государственной педиатрической медицинской академии. (Гистология изучает строение тканей живых организмов под микроскопом.) Здесь выложены материалы к курсам практических занятий, проиллюстрированные электронными микрофотографиями, а также материалы к лекциям. Есть также интересный раздел, посвященный эпонимам в клеточной морфологии, то есть названиям структур по именам первооткрывателей. Возможно, будет интересен школьным учителям и ученикам старших классов, особенно там, кто собирается поступать в медицинский вуз.

Химия и токсикология

<http://chemister.ru>



Сайт, полезный как специалистам, так и не очень опытным, но интересующимся пользователям. Как рассказывает создатель, начинался он с коллекции статей из тематической эхо-конференции FIDO (те, кто помнит, что это такое, поймут, что история у сайта долгая). Статьи рассортированы по разделам «Химия», «Токсикология», «Фармакология», отдельно собраны литературные источники и законы, касающиеся тематики сайта. Замечательная подборка ссылок на сайты по химии и токсикологии, как российские, так и зарубежные. Имеются базы данных свойств веществ, понятий химии и смесей веществ, а также базы растений и лекарств (последние две в стадии наполнения). Один из пунктов под кнопкой «Разное» — список «пасхальных яиц» (программерских сюрпризов) в распространенных офисных программах — отвлеч нашего обозревателя и от химии, и от написания рецензии. Есть форум, доступны и другие способы общения с автором сайта.



Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001
Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802,
к/с 30101810800000000777, БИК 044585777
Назначение платежа: подписка на журнал
«Химия и жизнь—XXI век»

О подписке

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции.

Стоимость подписки на 2012 год с доставкой по РФ — 720 рублей за полгода, при получении в редакции — 540 рублей.

Об электронных платежах см. www.hij.ru.

Об архиве

Архив «Химии и жизни» за 45 лет — это более 50 000 страниц, рассказывающих о науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

**До Луны на
капле топлива***Ионный двигатель
дoveзет микро-
спутник до Луны
за полгода.*Агентство
«EurekAlert», 29
марта 2012 года.

Н а смену большим спутникам пришли маленькие, весом от одного килограмма до центнера: их запуск обходится в сотни тысяч долларов вместо десятков миллионов. Однако если вес невелик, то и возможностей меньше. В частности, микроспутники лишены двигателей и не могут изменять свое положение в пространстве. Чтобы решить эту проблему, швейцарские исследователи из Федеральной политехнической школы в Лозанне, создали новую модель ионного двигателя.

Вообще-то ионные двигатели в космосе применяют давно. Обычно из сопла такого двигателя вылетают разогнанные электрическим полем ионы ксенона и за счет реактивного эффекта толкают спутник в противоположном направлении. Тяга у двигателя невелика, но запаса ксенона хватает надолго, и со временем удается хорошо разогнаться. Швейцарские же химики вместо газа взяли ионную жидкость, то есть вещество с гораздо большей плотностью. В ней есть как отрицательные, так и положительные ионы. В двигателе жидкость под действием капиллярного эффекта сначала сама течет по тонким каналам, а потом сильно электрическое поле с напряжением в киловольт подхватывает ионы одного знака и, ускоряя их, выбрасывает наружу. Через секунду полярность поля меняется, и улетают ионы другого знака. Согласно расчетам, за полгода такой двигатель разгонит спутник весом в 1 кг с 24 000 до 42 000 км/час, и этого хватит, чтобы долететь до Луны, причем на разгон уйдет всего 100 мл жидкости. Впрочем, первый спутник на ионной жидкости вряд ли полетит на Луну. Лозаннские исследователи планируют сделать космического ассенизатора: он выйдет на околоземную орбиту, догонит и возьмет на буксир старый швейцарский коммуникационный спутник, а потом затопит его в земной атмосфере.

**Увидеть —
значит победить***Теперь можно раз-
глядеть опасную
бляшку в артерии.*«Circulation
Research», 2012,
т. 110. с. 927,
doi: 10.1161/CIRCRESAHA.112.265140

Ч ем глубже исследователь проникает внутрь объекта своего научного интереса, тем больше он обнаруживает удивительных различий между, казалось бы, одинаковыми предметами. Например, еще совсем недавно все считали, что атеросклеротическая бляшка в сосуде всегда вредна и лучше бы от нее избавиться. А теперь оказалось, что бляшка бляшке рознь. Есть особенно злобные, так называемые уязвимые, — из-за них-то и умирают от сердечного приступа люди, никогда на сердце не жаловавшиеся. Обнаружить такие бляшки и указать терапевту, где именно они находятся, позволяет новая технология, предложенная бельгийскими медиками.

Такие бляшки становятся центрами воспалительного процесса, который притягивает как лейкоциты, так и целый букет сигнальных молекул, в том числе VCAM1, молекулу адгезии сосудистых клеток. Этот рецептор появляется на поверхности клетки в стенке артерии, обеспечивая пристыковку к ней лейкоцита. Он и служит индикатором уязвимой бляшки. Исследователи из Свободного университета Брюсселя и Брюссельского университета во главе с Ником Девогтом решили создать антитело, способное прикреплять к этому рецептору метку. Причем они выбрали так называемые наноантитела (см. «Химию и жизнь», 2005, № 10), которые в десятки раз меньше обычных. Благодаря малому размеру и простой структуре у наноантител повышенная стабильность и препарат с радиоактивной меткой прекрасно концентрировался у бляшек в сосудах больной атеросклерозом подопытной мыши. Аналогично метод станет работать и при быстром выявлении бляшек у человека: это можно будет сделать во время диспансеризации, так же просто, как флюорографию. При наличии соответствующего прибора, конечно.

**Ползучая
электростанция***Живую улитку мож-
но превратить в
топливный эле-
мент.*«Journal of the
American Chemical
Society», 2012, т. 134,
с. 5040, doi: 10.1021/
ja211714w

Н едавно мы писали о том, что виноградину удалось превратить в топливный элемент (см. «Химию и жизнь», 2011, № 12). Теперь в передвижную электростанцию превратили живую улитку. Этого добились исследователи из Университета Кларксона во главе с доктором Евгением Кацем. Впервые им удалось сделать живое существо источником энергии на такой длительный срок — несколько месяцев.

Метод был использован тот же, что и во многих других топливных элементах, созданных из живых существ: один электрод забирает электрон у глюкозы, содержащейся в соке растения или в крови животного, а другой превращает с помощью этого электрона кислород в воду. Электрон во время своего путешествия между электродами способен выполнить какую-то полезную работу. Для повышения эффективности оба электрода, введенные в тело улитки через крохотные дырки в ее ракушке, одели в прочное покрытие из ферментов. Теперь ученые смогут, например, прикрепить к улитке миниатюрную видеокамеру и в режиме реального времени следить за жизнью сообщества этих существ, то есть снять улиточную версию «Дома-2».

**Электричество
из канализации***Система очистки
сточных вод мож-
жет давать немало
электричества.*Агентство
«EurekAlert», 28
марта 2012 года.

Б актерии, которые поедают органику в сточных водах, могут работать подобно электрическим машинам — создавать ток электронов. Этой их способностью пользуются ученые, разрабатывающие микробные топливные элементы. Главная деталь такого устройства — бактериальные маты, выращенные на электродах. На одном из них бактерии генерируют электроны, на другом — бактерии их используют для получения воды. Если питать живой элемент глюкозой, на прибыль рассчитывать трудно. А вот совмещение процессов получения электричества и очистки сточной воды — совсем другое дело: есть надежда, что станция очистки тогда совсем не будет потреблять электричество со стороны и за счет этого существенно «подешевеет». Пока что в США такие станции потребляют 2% всей производимой в стране электроэнергии.

Исследователи постоянно улучшают конструкцию своих элементов. Так, еще совсем недавно элемент позволял перевести в электричество лишь 2% запасенной в мусоре энергии. А вот в свежем образце, разработанном в Институте Крейга Вентера под руководством доктора Орианны Бречгер, она выросла до 13%. Это большой шаг в нужном направлении: подсчитано, что эффективность в 25% уже позволит очистной станции отказаться от внешних источников энергии. Сейчас исследователи создали очистную установку на 100 галлонов (примерно 400 литров), которая не только дает электричество, но и очищает воду от органики на 97%. Стоимость ее — 150 долларов за галлон. Считается, что, когда цена упадет до 20 долларов, система станет конкурентоспособной.

**Выгода
сверкающих
крыш**

Увеличив альbedo городов, можно уменьшить глобальное потепление.

«Environmental Research Letters», 2012, т. 7, с. 024004, doi: 10.1088/1748-9326/7/2/024004

Что будет, если сделать асфальт белым, а крыши покрыть материалом, хорошо отражающим солнечный свет? Выйдет большая экономия топлива, эмиссия углекислого газа снизится, а глобальная температура упадет. Это следует из расчета, предпринятого канадскими исследователями из университета Конкордия во главе с профессором Хасимом Акбари. Сейчас в городах проживает половина населения планеты, а к середине XXI века доля горожан вырастет до 70%. Как показывает анализ космических снимков, площадь городов составляет 2 млн. км², причем 25% этой площади занимают крыши, а 35% — дороги и тротуары. Альbedo, то есть отражающая способность, городов невелика (вообще же этот показатель варьирует от 0 для абсолютно черного тела до 1 для абсолютно белого). По мнению профессора Акбари, вполне возможно увеличить альbedo крыш на 0,25, а мостовых — на 0,15 единиц. В результате среднее альbedo городов вырастет на 0,1.

А далее следует расчет: увеличение альbedo одного квадратного метра всего на 0,01 компенсирует в последующие 80 лет последствия глобального потепления от выброса 7 кг углекислого газа. Перемножение этих показателей на площадь городов дает колоссальное значение — от 130 до 150 млрд. тонн углекислого газа. Это все равно, как если бы все машины встали на прикол на 50 лет. А общий охлаждающий эффект от такого мероприятия составит 0,07°C. По мнению профессора Акбари, провести его нетрудно, ведь мостовые ремонтируют каждые 10 лет, а крыши меняют раз в 15—25 лет. Будь на то политическая воля, изменить альbedo городов можно быстро и без особого напряжения.

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

**Ветряной
заповедник**

Рыба нашла убежище в морской ветряной электростанции.

Агентство «AlphaGalileo», 10 апреля 2012 года.

Семь лет назад датчане построили самый большой морской парк ветряных турбин. Он называется Horns Rev 1 и содержит 80 гигантских ветряков, а перед началом строительства ихтиологи из Национального института водных исследований оценили рыбное разнообразие в этом районе. Спустя семь лет провели повторное исследование.

Эта ветряная электростанция построена на песчаном дне в мелком участке моря, где глубина не превышает 20 метров. Чтобы течения и волны не опрокинули ветряки, под них подложили мощные подушки из крупных камней. Как и ожидали биологи, они стали прекрасным домом для рыб, живущих в рифах: у датского побережья это гребенчатый губан, бельдюга и пинагор. Не только рыбы освоили камни — там возникли обычные для рифов экосистемы, чем ближе к ветряку, тем богаче. Раньше в песках этого участка побережья обитали песчаные угри — очень важный для датских рыбаков вид рыб. Оказалось, что искусственные рифы на количестве угрей никак не сказались, их не стало ни больше, ни меньше. А вот запрет на рыболовство в районе станции превратил ее территорию в убежище для многих морских обитателей. Площадь, правда, маловата для того, чтобы считать ее полноценным морским заповедником, но по мере развития ветряной энергетики размеры таких парков будут увеличиваться, и, если их располагать правильно, чтобы в камнях одних станций рыбы метали икру, в других жили личинки, а в третьих находили убежища взрослые, удастся существенно улучшить ситуацию с запасами рыбы в Балтийском море.



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

Мозги из кожи

Из клеток кожи можно вырастить много нейронов.

«Nature Methods», 8 апреля 2012 года, doi: 10.1038/nmeth.1972

В 2006 году Синъя Яманак из Киотского университета совершил прорыв — с помощью коктейля из четырех высокомолекулярных веществ он сумел превратить клетки кожи в стволовые клетки, предшественники клеток любой ткани. Его метод нельзя назвать идеальным, в частности два из этих веществ были онкогенами, однако это открытие породило вал работ по перепрограммированию клеток. В 2010 году выяснилось, что с помощью другого коктейля, содержащего уже низкомолекулярные вещества, клетки кожи можно напрямую превращать в клетки другой ткани. Однако выход годного клеточного материала был невелик.

Исследователи из Боннского университета решили создать промышленное производство перепрограммированных клеток, и это удалось коллективу во главе с Филиппом Кохом. Ученые предположили, что два сигнальных пути мешают всем клеткам кожи стать нейронами, и подобрали такие низкомолекулярные вещества, которые блокируют эти пути. Теперь коктейль для превращения клеток содержит в себе два высокомолекулярных и три низкомолекулярных вещества — первые вызывали превращения клеток, а вторые блокировали нежелательные процессы. В результате до 80% клеток кожи становились нейронами. Более того, поскольку в процессе работы клетки кожи делились, нейронов получалось в два раза больше. А счет их пошел на сотни тысяч за один раз. Этого уже достаточно и для экспериментальных целей, например для испытаний лекарств. В отдаленном будущем исследователи надеются создавать нейроны из соединительной ткани непосредственно в теле человека.

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

**Убийственное
сияние**

Светясь в глубине океана, бактерия привлекает врага своего врага.

«Proceedings of the National Academy of Science», 2012, т. 109, с. 853, doi: 10.1073/pnas.1116683109

Зачем глубоководные бактерии светятся, ведь это приманивает хищников? Оказывается, они просто горят желанием быть съеденными — этот факт установила Маргарита Зарубина, выпускница Межуниверситетского института морской науки в Эйлате, с коллегами из Иерусалимского университета. Они ставили опыты с нормальными светящимися бактериями и с генетически модифицированными, у которых свечение было отключено. Оказалось, что в первом случае возникает интересная последовательность событий. Бактерия светится — ее замечает рачок, который подплывает и бактерию заглатывает, однако переварить не может. Теперь сам рачок начинает светиться. Его замечает рыба, которая поедает рачка.

В рыбьем кишечнике он разлагается, и бактерия выходит на свободу. Рыба ее тоже переварить не может, и та получает возможность жить в относительной безопасности и в окружении обильной пищи. Заодно рыба служит бактерии транспортным средством для путешествия на большие расстояния. Если бы бактерии не светились, то и в рыбу не попали бы.

Но зачем рачок сам себя обнаруживает? Исследователи предполагают, что светящиеся бактерии служат ему в качестве маяков, указывающих на место скопления еды, — это крайне актуально в условиях скудного ресурсами дна океана. А хищных рыб там не очень-то много, глядишь, судьба и пронесет их мимо...



Инструкция по формированию

планет

Рисунок Южной европейской обсерватории



Кандидат физико-математических наук
С.М.Комаров

Счет экзопланетам идет на сотни. Более того, как свидетельствует анализ данных прибора HARPS, с помощью которого астрономы Южной Европейской обсерватории изучают планетные системы красных карликов, вероятность найти у такой звезды планету, подобную Земле, да еще в зоне жизни — области, где на ее поверхности может быть жидкая вода, — составляет 41% (пресс-релиз ESO от 28 марта 2012 года). А поскольку в Млечном Пути насчитывается 160 млрд. красных карликов, получается, что подобных нам миров может существовать очень много. Только в окрестностях Солнечной системы, на расстоянии не более 30 световых лет, должно быть около сотни подобных планет, и это не считая возможных каменных планет у звезд другого типа. Правда, условия у красных карликов не совсем такие, как у Солнца. Там нет газовых гигантов, а ведь считается, что роль Юпитера в формировании планет была весьма важной. Кроме того, зона жизни у этих холодных звезд имеет маленький диаметр, а сами они время от времени взрываются, порождая сильное жесткое излучение. Оно вполне может стерилизовать расположенные неподалеку планеты.

Тем не менее уже настало время для научно обоснованных рассуждений о том, что увидят звездопроходцы, когда человечество освоит межзвездные путешествия. Основой послужат знания химического состава этих планет. Считается, что узнать его можно и сейчас, если внимательнее посмотреть на звезды.

Постановка задачи понятна: содержание элементов в фотосфере звезды легко измерить по спектральным линиям, а химический состав маленьких каменных планет измерить невозможно, поскольку, во-первых, их никто еще не видел, а во-вторых, в лучшем случае удастся изучить состав атмосферы, через которую проходят лучи звезды. Однако человеческий разум столь изощрен, что, даже не отправляя к звездам автоматические станции, находясь в невообразимой дали от объектов своих исследований, и не будучи уверенными в их существовании, исследователи в состоянии сделать некоторые выводы. Проследим за ходом их рассуждений, воспользовавшись серией статей научной группы под руководством Джейд Бонд (ныне Картер-Бонд) и Дэвида О'Брайена из аризонского Института планетологии («Icarus», 2010, т. 205, с. 321, doi:10.1016/j.icarus.2009.07.037; «The Astrophysical Journal», 2010, т. 715, с. 1050, doi:10.1088/0004-637X/715/2/1050; arXiv:1201.1939v1, 2012).

То была очередная ординарная планета, которая строилась по заранее утвержденной смете, и, признаюсь, кое в чем я подхалтурил. Но вы бы слышали как разнылся новый владелец — можно подумать, что я украл у него последнюю корку хлеба... Я потерял бумажку с его дурацкими указаниями — больше мне делать нечего, как вникать в детали этих нелепых проектов малых планет!

Роберт Шекли. «Планета по смете»

Исходное облако

Для того чтобы создать планету земного типа, нужно иметь богатое металлами горячее протопланетное облако, обращающееся вокруг новорожденной звезды. История происхождения этого облака теряется в глубине миллиардов лет. Считается, что оно образуется в результате взрыва звезды второго поколения. Та же, в свою очередь, возникла на обломках взорвавшейся звезды первого поколения, сформировавшейся из первичного, оставшегося после Большого взрыва, облака. Оно состояло из водорода, гелия и следов бериллия с литием.

При горении звезды первого поколения возникали атомы металлов вплоть до железа, но в малом количестве. Звезды второго поколения, сгорая, существенно увеличивают концентрацию элементов от лития до железа. Что же касается элементов тяжелее железа, то они возникают непосредственно во время взрыва, а впоследствии (если не претерпят радиоактивного распада) окажутся в облаке, которое сформирует звезду следующего поколения и планеты вокруг нее.

Казалось бы, в таком, третьем, облаке есть все, что нужно для создания второй Земли: водород и кислород для воды, азот для наполнения атмосферы, углерод, сера, фосфор для жизни, кремний, магний, кальций, алюминий, титан для формирования горных пород, радиоактивные элементы для отопления. Однако в их поведении возможны нюансы, из-за которых может получиться совсем иной мир. А связаны эти нюансы с исходным химическим составом и кинетикой остывания облака.

Согласно базовой теории формирования планет, которую предложил В.А.Сафронов в 50-х годах XX века, по мере того как облако остывает, составляющее его вещество конденсируется. При этом образуются частицы не только чистых элементов, но и их соединений, например оксидов, сульфидов, карбидов или карбонатов. Этим процессом управляет свободная энергия, которая определяет, какие соединения и в каком агрегатном состоянии существуют при той или иной температуре. В принципе, задав элементный состав протопланетного облака, можно было бы в компьютере проследить весь этот процесс конденсации (благодаря свободным энергиям для огромного числа соединений давным-давно измерены), но такая работа потребует слишком много времени, ведь в облаке идут сложные процессы. Главные из них — возникновение уплотнений (они порождают гравитационную нестабильность и вызывают слипание сконденсировавшихся частиц во что-то большее) и их исчезновение из-за конвективного перемешивания. Точно промоделировать весь этот процесс конденсации можно, но столь мощного компьютера сейчас в распоряжении астрофизиков нет. Поэтому приходится идти обходным путем.

Предположим, что в каждый момент времени из облака выпадают те твердые вещества, которые соответствуют термодинамическому равновесию. Оно определяется достигнутыми к тому времени температурой и давлением в облаке. Из этих веществ и состоят зародыши планет, возникшие в этот момент времени. По мере удаления от звезды

состав закономерно меняется: количество летучих элементов увеличивается, а тугоплавких — падает. Взяв эти данные за исходные, как раз и удастся миновать первый этап слипания и сразу перейти ко второму и третьему этапу планетотворчества, а именно построить километрового размера небесные объекты (их называют планетозимали) и более крупные зародыши планет размером с Луну и Марс.

Вода на Земле

Когда возникли планетозимали и зародыши планет, основным процессом становится выпадения вещества на них, и чем крупнее зародыш, тем быстрее он растет, поскольку движущей силой служит гравитация, а она пропорциональна массе объекта. Под ее действием начинается эпоха яростных столкновений: планетозимали и зародыши планет врезаются друг в друга и либо сплавляются, либо разлетаются на мириады осколков, а потом, опять-таки удерживаемые гравитацией от чрезмерного разлета, соединяются в новые небесные тела. При этом теряется немалая часть летучих веществ, способных улететь во внешние, холодные, части облака. Рассчитывать поведение таких крупных объектов уже гораздо проще и вполне по силам современным компьютерам.

Первый подход к осуществлению такой программы совершили японские исследователи во главе с Ида Сигеру из Токийского института технологий: 1996 году их расчеты показали, что на расстояниях в одну астрономическую единицу от звезды (орбита Земли) зародыши каменистых планет формируются менее чем за один миллион лет, а на расстоянии в 10 а. е. — в 300 раз дольше. Впрочем, последнее не актуально. Дело в том, что примерно на этом расстоянии находится граница испарения льда в ранних звездных системах, подобных Солнечной. Что это значит? А то, что из более близких к звезде участков облака все, что может находиться на Земле в газообразном состоянии, улетит на периферию. На больших расстояниях эти газы сформируют газовые гиганты (или хотя бы один). Время их формирования таково, что во внутренней части Солнечной системы успевают образоваться те самые несколько десятков зародышей планет и много тысяч планетозималей.

Газовые гиганты играют свою роль в этой пьесе, причем здесь возможны два сценария. Согласно первому, гигант, сформировавшись на периферии планетной системы, в силу тех или иных причин мигрирует к своей звезде, превращаясь в горячий юпитер и попутно расталкивая зародыши каменистых планет в облаке. Шансов сохраниться у них при этом остается очень мало. По второму сценарию гигант стабилизируется на дальней от звезды орбите. Именно такую, не самую типичную для Галактики конфигурацию имеет Солнечная система, и именно ее расчет служит проверкой работоспособности алгоритма, применяемого создателями планетных систем. Подобной проверкой алгоритма стал расчет, предпринятый в 2003 году Шоном Рэймондом с коллегами из Вашингтонского и Аризонского университетов, которые хотели получить на Земле воду.

По поводу ее происхождения на нашей планете есть много разных гипотез. Основных среди них две. Поскольку Земля явно формировалась в тех условиях, когда вода была газом и должна была улететь к Юпитеру, одни исследователи предполагают, что слой воды сформировался на позднем этапе, когда планета уже была большой и могла притянуть к себе пролетающие мимо молекулы вещества. Альтернативой служит кометная бомбардировка. Обеим этим гипотезам трудно совладать с экспериментальными данными, а именно с измеренным соотношением содержания дейтерия и водорода: в кометах оно в 12 раз больше, чем было в протопланетном облаке, и в два раза больше, чем в водах нашей планеты. Стало быть, кометы могли принести лишь десятую часть земной воды. Поэтому возникла мысль, что ее источником послужили несколько влажных планетозималей, прилетевших из близких к Юпитеру мест.



Эту-то гипотезу и проверял расчет Рэймонда. Ввиду слабости компьютеров — под рукой 700-мегагерцевые процессоры, лучшие для 2003 года, — ему пришлось ограничиться полутора сотнями планетозималей. Они были равномерно распределены между Солнцем и Юпитером. Сам же модельный Юпитер имел разные массы — от десяти земных до трех настоящих юпитерианских (каждая из которых в 318 раз больше земной). Орбита Юпитера тоже бывала разной, она то приближалась к линии снега (за ней вода в протопланетном облаке существует в твердом состоянии), то удалялась от нее. Свое влияние может оказать и эксцентриситет, то есть степень эллиптичности орбиты Юпитера.

Меняя все перечисленные параметры, исследователи стали следить за движением планетозималей. Всего было проведено 44 расчета, причем каждый длился по месяцу, а в случае легкого Юпитера, массой в десять земных, он составлял три месяца. В моделируемых же планетных системах пролетало 200 млн. лет.

За это время в большинстве случаев от планетозималей оставались лишь смутные воспоминания. Как правило, выжидали три—четыре планеты, расположенные на расстоянии 1—2 а. е. от звезды. Их массы менялись от марсианской до слегка большей, чем у Земли. Лишь в одном случае выросла огромная единственная планета в три Земли, да к тому же покрытая глубоким океаном. Бывали и случаи, когда в поясе астероидов сохранялось несколько планет размером с Луну. Главный же вывод работы гласил: каменистые планеты земного типа в таких условиях формируются всегда и по несколько штук, как правило, занимая орбиты, близкие к орбитам Венеры, Земли и Марса. Единственное, орбиты получались чрезмерно вытянутыми (иначе расчет был еще дольше).

Что же касается предмета расчета — воды, ее содержание менялось в очень широких пределах: были случаи совсем сухих планет, были и такие, когда на планете разливался океан объемом в три сотни земных. Зависело же это, прежде всего от вытянутости орбиты Юпитера, — чем ближе она к окружности, тем больше воды оказывалось на земных планетах. Понять это несложно. В своем движении планетозимали сталкиваются и либо направляются в сторону Солнца, либо улетают прочь. Богатые водой планетозимали, сформировавшиеся в холодных, влажных слоях облака неподалеку от Юпитера, летя к Солнцу, сталкиваются с расположенными на внутренних орбитах зародышами планет и приносят им воду. Чем сильнее отличается орбита Юпитера от окружности, тем сильнее он дестабилизирует орбиты ближайших планетозималей. Они начинают подчиняться его воле, и в конце концов Юпитер поглощает их, либо они отлетают с большой скоростью в сторону Солнца и поглощаются им. Планеты же земной группы их перехватить не успевают. А вот от массы Юпитера или его положения относительно линии снега результат зависел сравнительно слабо. То есть если в системе есть газовый гигант, который движется по сильно эллиптической орбите, то, хотя там и будут планеты земного типа, искателям жизни не стоит долго здесь задерживаться: скорее всего, планеты окажутся сухими и пустынными.

Проход Юпитера

Следующий подход, совершенный опять-таки Рэймондом с коллегами в 2006 году, позволил рассчитать уже несколько известных систем с горячими юпитерами. Напомним, что в отличие от Солнечной системы в большинстве обнаруженных планетных систем газовый гигант находится очень близко к звезде и должен сильно нагреваться. Поэтому его и назвали горячим юпитером. Считается, что образоваться в таком месте газовый гигант не может, отсюда возникает версия, что он сформировался, как и положено, на периферии облака, за линией снега, а затем прилетел к звезде. По дороге он разогнал большинство планетозималей прочь, а кроме того, собирал на себя значительную часть рассеянного вещества облака: выжившим зародышам не из чего было расти. Поэтому в большинстве расчетов получались сухие планеты размером с Луну. Однако бывали и исключения: две—четыре каменные планеты размером между Землей и Марсом, причем порой на них было довольно много воды. Главное условие очевидно: газовый гигант должен быстро мигрировать к звезде. Вот почему системы с горячими юпитерами не надо выбрасывать из списка мест, пригодных для жизни.

Физическая химия Солнечной системы

Шло время, компьютеры в соответствии с законом Мура исправно увеличивали свою мощность, и появилась возможность рассчитывать пути не десятков, а сотен планетозималей. Благодаря этому удалось учесть эффект динамического торможения небесных объектов, и вот Рэймонд, а также конкурирующая группа, возглавляемая Дэвидом О'Брайеном из аризонского Института планетологии, получают системы, более похожие на Солнечную, содержащие в среднем 3,5 планеты земного типа со вполне круговыми орбитами. Причем время формирования — примерно 60 млн. лет — вполне соответствует оценкам для Земли. Теперь, разобравшись с динамикой многих тел, можно было усложнять расчет — вносить в него физическую химию: рассчитывать свободные энергии веществ и смотреть, как со временем меняется химический состав планетозималей и получающихся из них небесных тел. Для решения этой задачи и возникла группа с участием О'Брайена и Джейд Бонд, работавшей тогда в Аризонском университете.

Для начала в 2010 году они посчитали Солнечную систему, распределив в зоне 0,5—4 астрономических единицы от Солнца 25 зародышей планет массой в десятую долю земной и тысячи планетозималей, которые в сумме могли дать еще две с половиной Земли. Для облегчения задачи было принято, что планетозимали гравитационно взаимодействуют с зародышами, с Солнцем, Юпитером, Сатурном, но не друг с другом. Юпитер и Сатурн поставили немного ближе, чем ныне, и рассмотрели два случая: когда их орбиты слегка вытянуты и наклонены, как сейчас, и когда они почти округлые и лежат в плоскости эклиптики, как, возможно, было в древности. Есть мнение, что свою нынешнюю орбиту гиганты обрели из-за взаимодействия с транснептуновой частью протопланетного облака. Да и результаты предыдущих расчетов подсказывали: вытянутая орбита гигантов не очень способствует обретению влажных миров.

Динамический расчет особо впечатляющих открытий не дал: как и прежде, каждый раз появлялось по несколько планет земной группы, причем на вполне подходящих орбитах. В одном случае со слегка вытянутыми орбитами гигантов возникла почти в точности Солнечная система с Венерой, Землей и Марсом подходящих масс и на нужных расстояниях. Кроме того, в ней присутствовал еще и Фаэтон на месте пояса астероидов, причем с сильно вытянутой и наклоненной орбитой (недаром он распался на куски...). При круговых орбитах гигантов столь точного совпадения получить не

удалось. Однако надо учитывать, что точные значения орбит и масс планет — все-таки игра случая, ведь они порождены весьма непредсказуемыми движениями и столкновениями планетозималей.

Узнав пути всех планетозималей, можно было приступить к физической химии. Для этого взяли протопланетное облако того же состава, что ныне у солнечной фотосферы. Из общего числа элементов выбрали наиболее значимые — углерод, азот, кислород с серой и фосфором, а также главные металлы горных пород — кремний, магний, алюминий, кальций, натрий, титан, хром, железо и никель. А затем применили стандартную программу для расчета термодинамических потенциалов веществ при различных давлениях и температурах. Температура в облаке распределена крайне неравномерно: на дальней части рассматриваемой зоны вода замерзает, а на ближней к Солнцу плавятся даже силикаты. Соответственно солнечный ветер выметает все газообразные компоненты из горячей зоны в холодную.

Не нужно думать, что облако нагревается Солнцем, этим фактором авторы как раз пренебрегли. Оно греется за счет вязкого трения при движении частиц пыли и газа. Облако эволюционирует, его температура и давление падают, что можно рассчитать исходя из модели вращения вязкого диска, а стало быть, понять, где, что и когда будет конденсироваться. Период расчета — от 250 тысяч лет после начала остывания облака до 3 млн. лет, когда облако должно распасться. Всего были рассчитаны составы планетозималей для семи точек с шагом в полмиллиона лет.

Как нетрудно догадаться, чем позже формировались планетозимали, тем больше была в них относительная доля летучих элементов и тем меньше доля относительно тугоплавких составляющих, например кальция, алюминия и титана. Так, разница в возрасте формирования всего в полмиллиона лет (3 млн. лет и 2,5 млн. лет) увеличила содержание кислорода в конечных планетах на треть.

Поскольку при всех расчетах можно было найти аналогии Венеры, Земли и Марса, с их составами и проводили сравнение. Тут и оказалось, что лучше всего соответствие получается при раннем образовании планетозималей, всего спустя 500 тысяч лет после начала остывания облака. В этом случае сформировавшиеся в компьютере планеты почти не отличались от реальных: отклонение в абсолютных составах было менее одного весового процента для всех элементов за исключением магния (2%), железа и кислорода (2,5%) и серы (5%). Когда же речь зашла об относительных составах (измеренных относительно содержания кремния, основного элемента горных пород), то выяснилось, что хуже всего на всех трех планетах земной группы себя ведут натрий и сера — для них расчетное соотношение оказалось соответствием в четыре и восемь раз больше, чем в реальности. С учетом весьма приблизительных представлений о том, как формируются планеты, такое хорошее совпадение — количественное, а не качественное — выглядит совсем не плохо.

В целом оказалось, что планеты земной группы на треть состоят из кислорода, на четверть с лишним — из железа, кремния было примерно 16 весовых %, а магния — 14%. Серы в разных расчетах оказалось от 1 до 7 %, а кальций, алюминий и никель слегка не дотягивали до 2% каждый. Остальные элементы давали менее процента. Если же сравнивать соотношения основных элементов коры, то есть магния с кремнием, алюминия с кальцием и кальция с кремнием, то получается, что созданные в компьютере планеты в среднем лежат между Землей и Марсом и при этом слегка обогащены кальцием.

Орбиты гигантов, как и ранее, не отразились на общем минеральном составе планет земной группы. А вот о воде этого сказать было нельзя. Все планеты формировались при температурах выше 1200 K, в результате основными минералами оказались пироксен ($MgSiO_3$) и оливин ($MgSiO_4$). А у планет на

дальней периферии было немало серпентина ($Mg_3Si_2O_5(OH)_4$). Серпентин вместе со льдом и послужил основным источником воды на земных планетах.

Если орбиты гигантов были вытянуты, воды на планетах земной группы не было при условии, что планетозимали возникали ранее срока в 1 млн. лет. Позднее линия снега смещалась и приносила с собой воду. Большинство планет получало свою воду уже на начальной стадии, а это плохо — при все новых и новых столкновениях горные породы плавилась, и вся эта вода могла улететь. Впрочем, без учета этого обстоятельства планеты земной группы содержали от 0,6 до 24,8 земных океана, то есть вполне достаточно воды, чтобы обойтись без всякой ее доставки кометами. Рекорд же поставили бы планеты, если бы они формировались из самых поздних планетозималей, возникших на третьем миллионе лет: 1200 земных океанов. А вот углерод и азот должны были улететь при столкновениях небесных тел и вновь вернуться на планеты уже после того, как все планетозимали исчезли.

Химия дальних миров

И вот настал час, когда по отлаженной методике можно было приступать к расчету планет у других звезд. Это и сделала все та же группа, к которой на заключительном этапе присоединились испанские астрономы из Астрофизического института в Тенерифе. Исходным материалом для расчета им послужили результаты спектрального анализа света других звезд, содержащих планетные системы. Не без труда (например, линии кислорода расшифровывать не так уж просто) им удалось задать исходный химический состав протопланетных облаков и закрутить в компьютере тот же сценарий формирования планет с учетом местных особенностей, и так по несколько раз для каждой системы — для набора статистики. При этом время формирования планетозималей было выбрано равным 500 тысяч лет — что сработало в Солнечной системе, должно сработать и у других звезд.

Местные же особенности оказались весьма значительными. После того как был собран массив данных о химическом составе нескольких десятков звезд, окруженных экзопланетами, и созданы планеты во всем их многообразии, — оказалось, что их можно разделить на группы по соотношениям основных элементов, образующих минералы. Ключевыми были отношения содержания углерода к кислороду и магния к кремнию. Различия для судьбы планеты тут такие.

Если C/O меньше 0,8, тогда на планете преобладают оксидные соединения, прежде всего с учетом главенствующей роли кремния в составе горных пород — оксиды кремния и соли его кислот. А если этот предел превышен, то кремний уже не может образовывать оксиды и присутствует в виде карбида. Когда углерода очень много, основными минералами планеты оказываются карбиды и углеродные фазы — графит, алмазы. Таких планет — белые утесы твердого карбида кремния, возвышающиеся над черными равнинами, засыпанными графитовым песком с алмазными блестками — никто никогда не видел: в Солнечной системе ничего похожего нет и быть не может. Но спектральные данные свидетельствуют, что системы с протопланетными облаками, содержащими немало наноалмазов, действительно существуют. При моделировании планеты в углеродных системах выходили небольшими, скорее недоросшими зародышами размером с Луну, зато некоторые из них на две трети состояли из углерода. На них отсутствовали карбонаты, полевой шпат и фосфаты — эти соединения важны, поскольку именно в них сосредоточиваются радиоактивные калий, торий и уран. Значит, после того как первичное тепло было рассеяно, внутреннего источника энергии не осталось. У таких планет, скорее всего, не должно быть никакой расплавленной мантии, вулканов, движения континентов, а также магнитного поля. Кроме того, моделирование показало, что богатые углеродом планеты после завершения их формирова-



ния из планетозималей оказываются лишенными воды, разве что она свалится на них позже в виде комет.

Впрочем, отнюдь не у всех звезд, богатых углеродом, формировались такие углеродные планеты. Дело в том, что большая часть углеродного материала в те первые полмиллиона лет, которые были признаны оптимальным временем для проведения расчета, оказывалась сосредоточенной гораздо ближе к звезде, чем место расположения планет земного типа. Поэтому углерод в них и попадал в гораздо меньшем количестве, чем следовало из состава звезды. В некоторых случаях планеты формировались на периферии потому, что вблизи звезды место было занято горячим юпитером, который вбирал в себя материал из окрестных частей облака. В таких обедненных углеродом планетах получалась кора, состоящая из карбидов и пироксенов. Это гораздо более похоже на Землю. Правда, и в этом случае воды на планете не было.

Отношение содержания магния к кремнию управляет более знакомыми по земным условиям горными породами на основе солей кремния. Если кремния гораздо больше, чем магния, тогда главными минералами коры планеты оказываются пироксены и полевые шпаты — алюмосиликаты вида $(K, Na, Ca)(AlSi_3O_8)$. Когда отношение содержания магния к кремнию больше 1, но меньше 2, то полевые шпаты заменяются на оливины. Если же магния становится еще больше, остаются одни оливины, а избыток магния уходит в его оксид и сульфид.

У Земли C/O составляет 0,55, а Mg/Si — 1,05. Поэтому у нас графитовых пустошей нет, карбид кремния — экзотический материал для изготовления резцов и подложек для выращивания графена. Зато мантия неплохо плавится, а изобилующая пироксенами кора достаточно тонкая для того, чтобы не слиться в монолит и обеспечить тектонику плит.

Средняя по всем изученным системам планета (C/O равно 0,77, а Mg/Si — 1,32) вполне подобна Земле. Главные отличия: возможно, несколько большее содержание углерода (если он не улетит в процессе формирования), а в коре окажется равное содержание оливинов и пироксенов.

Иначе обстоит дело у планет, обедненных кремнием. Расчет состава минералов показал, что у такой планеты, как и у Земли, ядро будет из никеля, железа и серы, зато мантия — из расплавленной шпинели и оливина, и все это покрыто слоем толстой коры с преобладающими соединениями алюминия и кальция. У этих планет вулканы возможны, а вот тектоники плит не будет — слишком толстая и прочная кора вряд ли станет трескаться.

В целом же особых сюрпризов расчет не принес. Как и предполагалось, составы планет вполне соответствовали составу звезды. Так это или не так, проверить удастся только в далеком будущем. Однако авторы считают, что никакими планетными системами не нужно пренебрегать, если речь идет о поисках аналогов Земли, ведь время от времени в их моделях планеты, похожие на нашу, формировались при, казалось бы, невозможных для этого составах звезд.





Германий из золы

Доктор
геолого-минералогических наук
Л.Я.Кизильштейн



ТЕХНОЛОГИИ

Германий по геохимической классификации — рассеянный химический элемент. Рассеянные элементы, как правило, не образуют самостоятельных минералов, а входят в виде примесей в состав других. Этот металл, без сомнения, причисляют сегодня и к потенциально дефицитным (см. «Химию и жизнь», 2012, № 3), поскольку его используют во многих новейших технологиях и устройствах.

Германий все же образует самостоятельные минералы — абсолютный чемпион среди германит $\text{Cu}_3(\text{Ge}, \text{Fe}, \text{Ga})(\text{S}, \text{As})_4$, в котором содержание германия доходит до 6,2—10,2%. Но он и ему подобные минералы встречаются настолько редко, что германий добывают из побочных продуктов переработки полиметаллических руд (0,001—0,1% германия), а также из золы каменных и бурых углей.

Уголь в основном состоит из углерода, кислорода и водорода, это около 90% его массы. Кроме них, в угле есть кальций, кремний, магний, железо, сера и некоторые другие элементы (5—10%). Имеются и так называемые элементы-примеси (всего их порядка 60), концентрация которых составляет десятые, сотые и даже тысячные доли процента. Некоторые из них очень ценны, например германий, уран, галлий, ванадий.

Тот факт, что химических элементов (в том числе металлов) в ископаемых углях существенно больше, чем в живых растениях, из которых образовался уголь, стал очевидным, как только появились достаточно чувствительные аналитические методы исследований. Впервые на это обратил внимание знаменитый немецкий ученый Виктор Мориц Гольдшмидт (1888—1947), которого считают родоначальником угольной геохимии. Обнаружили в углях и германий. Позже, когда этот элемент приобрел стратегическое значение, была разработана технология его извлечения, а также организованы обширные геологические работы для поиска месторождений германиеносных углей. Одновременно в научных институтах и производственных лабораториях искали ответ на вопрос: почему угли вообще содержат германий, откуда он в них взялся?

Среднее содержание германия в осадочных породах земной коры — 1,4 г/т, а среднее содержание его в углях — 2,3 г/т, что вполне сопоставимо. Но в углях некоторых месторождений германия столько, что это представляет интерес для промышленного извлечения. Такой пограничной концентрацией считается более 50 г германия на тонну золы сжигания, или примерно 10 г на тонну угля. Впрочем, бывает и больше: достоверно установленный рекорд — более 5 кг на одну тонну угля. Между тем среднее содержание германия в растениях и почвах значительно ниже, чем в осадочных породах. Почему?

Известно, что торф — геологический предшественник углей. Он, в свою очередь, образуется из остатков растений, скопившихся в болотах. В результате тектонических движений земной коры торфяные залежи или разрушались (при подъеме местности), или оказывались погребенными под толщей минеральных осадков (при опускании). В последнем случае, который, собственно, нам и интересен, торф переходит в ископаемое состояние, и с этого момента начинается его

геологическая история. При погружении на торфяные залежи давят покрывающие их массы горных пород, кроме того, растет температура недр. В результате органическое вещество торфа изменяется, геологи называют это метаморфизмом (греч. *metamorpho mai* — преобразование).

Все стадии таких изменений углей хорошо известны: сначала образуются бурые, потом каменные угли, затем антрациты. Бурые угли еще мало отличаются от торфа как по физическим, так и по химическим свойствам. В процессе дальнейшего преобразования в каменных углях и антрацитах изменяются химическая структура (см. «Химию и жизнь», 2006, № 2) и свойства органического вещества углей — и именно это имеет важные последствия для концентрирования элементов.

Реконструировать химические взаимодействия природных органических веществ с неорганическими, растворенными в природных водах, довольно трудно. Ведь у природных органических веществ сложный и разнообразный состав, кроме того, они меняются с изменением окружающих физико-химических условий, а также под влиянием метаморфизма. Да и состав взаимодействующих с ними неорганических ионов сильно варьирует. Тем не менее эти процессы изучены и смоделированы довольно хорошо, и как раз на примере германия, важного стратегического элемента.

Германия в углях может оказаться много по простой причине: этот элемент способен образовывать комплексные соединения с гумусовыми кислотами, содержащимися в торфе и буром угле. Надо отметить, что гумусовые кислоты вообще имеют свойство образовывать прочные комплексные соединения, особенно с металлами.

Известно, что в молекулярную структуру гумусовых кислот входят бензольные ядра с карбоксильными и гидроксильными группами — именно с ними связывается германий. Лабораторные эксперименты, моделирующие природные геохимические условия, привели к заключению, что связывать металл способны преимущественно функциональные группы, которые находятся в орто-положении, то есть ориентированные перпендикулярно к плоскости бензольного кольца. Группы, расположенные в других положениях, существенно менее активны, из-за чего концентрация германия соответствует не суммарному количеству функциональных групп, а только 7% от их количества. Как писал известный отечественный ученый Э.Я.Юдович: «В конечном счете глобальный геохимический феномен (концентрирование германия в органическом веществе углей. — *Примеч. автора статьи*) получает удовлетворительное истолкование только в терминах квантовой химии — электронной структуры химических связей!». С гумусовыми кислотами могут связываться и другие металлы, с самыми разными химическими свойствами: алюминий, кальций, железо, калий, натрий, магний, свинец, олово, цинк, уран.

Чтобы произошло концентрирование германия гумусовыми кислотами, должно выполняться еще одно условие: необходима его повышенная концентрация в поверхностных или подземных водах, которые контактируют с органическим веществом угля. А это, в свою очередь, зависит от состава



1
Уголь под микроскопом. Шлиф (тонкая пластинка), проходящий свет, 200-кратное увеличение. Серое (красное) — гелифицированный компонент угля — основной носитель германия. Белые пятна — участки разрушенного угольного шлифа

размываемых горных пород, от содержания и минеральной формы германия в этих породах и многих-многих других факторов, которые геологи объединяют термином «палеогеография» (см. «Химию и жизнь», 2009, № 2). Концентрирование не только германия, но и вообще любых элементов-примесей зависит от благоприятного сочетания многих природных условий.

Для накопления германия принципиально важно, какой стадии достигло биохимическое (в торфяной) и метаморфическое (в угле) преобразование органических веществ. Дело в том, что только на торфяной или бурогоугольной стадиях в их составе есть гумусовые кислоты (от 25 до 80%) — главный компонент, обеспечивающий накопление металла. В каменных углях и антрацитах эти кислоты уже превращаются в так называемые гуминовые вещества, молекулы которых содержат значительно меньше функциональных групп (в антрацитах их вообще нет), способных к химическому взаимодействию с германием. А значит, концентрирование германия возможно только в торфе или буром угле (об одном исключении скажем ниже). Этот принципиально важный вывод подтверждает хорошо известный факт: германия действительно очень мало в каменных углях и антрацитах, даже если имелись его природные источники.

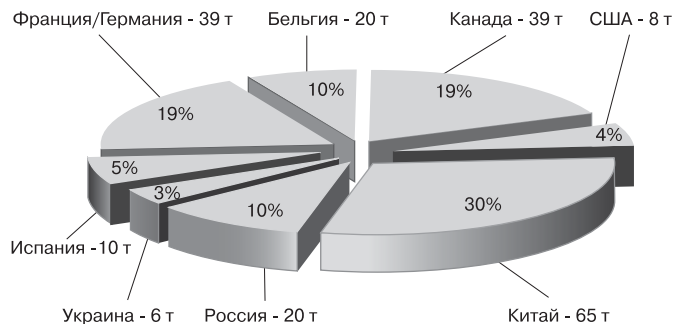
Впрочем, есть одно исключение — окисленные (выветрелые) угли. Дело в том, что при окислении происходит регенерация гумусовых кислот, в результате которой их концентрация может достигнуть 80%. Соответственно, снова становится возможным накопление германия и других элементов, например, урана. Так образуются зоны вторичного обогащения, которые, как правило, локальны.

Геохимики смоделировали процесс концентрирования германия в лаборатории и убедились, что он идет так, как описано. Изучение угля под микроскопом и его рентгено-спектральный микроанализ доказали, что германий главным образом концентрируется именно в превратившихся в гель органических компонентах углей (рис. 1), которые и содержат гумусовые кислоты.

Гелеобразные компоненты — не только основной концентратор германия, они еще обладают весьма важными в практическом отношении свойствами. Поскольку они имеют

относительно низкую (по сравнению с другими компонентами) плотность, их можно выделить обычными методами гравитационного обогащения. Кроме того, для этих компонентов характерно низкое содержание минеральных примесей (зольность). Это означает, что после сжигания углей концентрация германия в золе относительно возрастает. Угольная зола — это фактически руда для производства германия. А точнее, почти весь германий, который добывают у нас в России, получают из золы, оставшейся после сгорания бурых углей (основной источник — сжигание углей Павловского месторождения в Приморском крае). При сжигании углей на ТЭС до 90% германия в виде оксида переходит в дымовые выбросы и при охлаждении конденсируется на поверхности зольных частиц в виде тончайшей пленки. Самая высокая концентрация германия (как и других элементов-примесей) создается в наиболее мелких частицах золы, поскольку именно в них самое большое отношение площади поверхности к объему.

В других странах почти 100% производства германия основано на попутном извлечении его из сульфидных цинковых, свинцово-цинковых и, реже, медно-цинковых руд (0,001—0,1% Ge). Сейчас, правда, и там возрождается интерес к угольной зольной пыли. В последние годы общее мировое производство германия и его соединений колеблется от 80 до 100 т/год (см. круговую диаграмму), а один килограмм этого металла стоит около 1200 долларов. Почему так дорого?



Круговая диаграмма добычи германия по странам

Германий (Ge) — это химический элемент, с применения которого в 50-х годах прошлого века началась эра полупроводниковой техники. Сначала он шел на изготовление транзисторов (усилителей тока), диодов (выпрямителей переменного тока) и других компонентов электронных приборов. Сегодня в этой сфере его в основном заменил более технологичный и менее дефицитный кремний. Однако германий по-прежнему необходим благодаря его уникальным свойствам. Во-первых, сверхчистый германий прозрачен для инфракрасных лучей, а во-вторых, введенный в состав стекла, придает последнему высокий показатель преломления. Эти и другие свойства определяют широкий спектр применений германия и его соединений (схема).

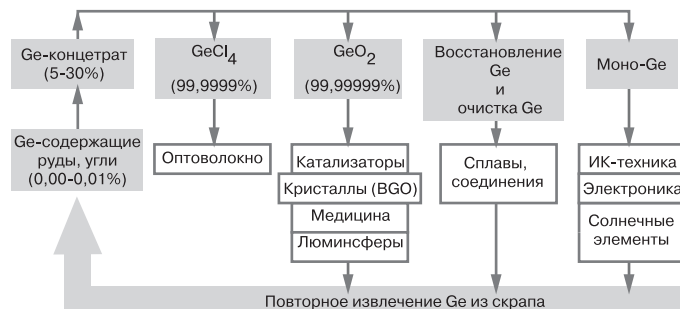


Схема получения и применения германия



электронных средствах связи. Кабели на основе таких волокон (рис. 2) в настоящее время считают самым совершенным средством для передачи информации. Сердцевину оптических волокон, которая обеспечивает полное внутреннее отражение на границе раздела, делают из $\text{SiO}_2 + \text{GeO}_2$ (на него идет GeCl_4). Эта область потребляет примерно 20 тонн германия в год, причем необходимость в оптоволоконных кабелях непрерывно растет.

О применении германия можно говорить много. Его оксид (чистотой до 99,999%) используют в производстве катализаторов полимеризации полиэтилентерефталатов (ПЭТФ или англ. PET), детекторов ядерных и рентгеновских излучений, люминофоров. Полупроводниковые свойства германия востребованы в электронных приборах и солнечных преобразователях. В металлургии германий — компонент легирующих добавок, а в медицине препаратами германия лечат аутоиммунные болезни.

Есть область, которая может в ближайшие годы востребовать германий так, что его производство придется увеличивать в несколько раз. Это солнечная энергетика. Хотя сегодня солнечные батареи на основе кремния составляют 90% всего рынка, роль оставшихся 10% батарей с использованием германия может оказаться более важной, чем сейчас кажется, поскольку они имеют значительно более высокий КПД. В основном пока их используют как бортовые источники питания космических аппаратов.

Многие производители уже начали задумываться о более масштабном производстве германиевых солнечных батарей. Перспективы выглядят заманчиво. Так, по расчетам компании «Sharp», установка к 2030 году таких солнечных элементов (КПД 37%) на 5% площадей штатов Невада, Аризона и Нью-Мексико позволит вырабатывать 42% электроэнергии всего внутреннего потребления США.

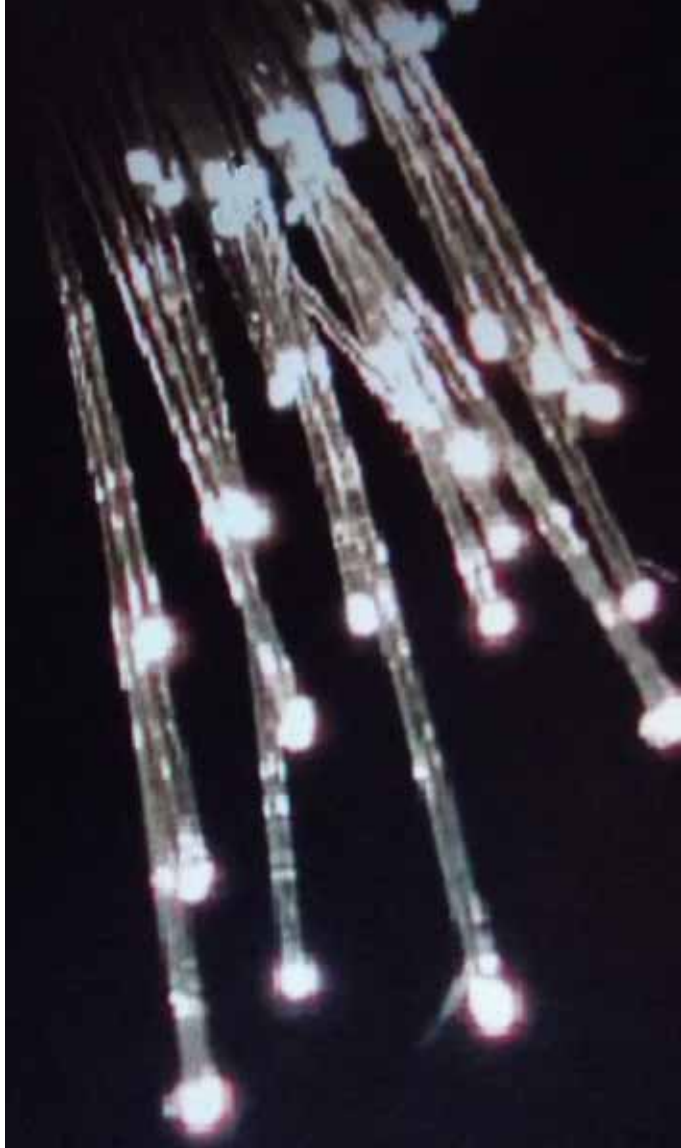
Кому-то может показаться, что уголь — ископаемое прошлого века. Между тем в нем много неиспользованных резервов, и совсем небольшие примеси могут оказаться самостоятельным видом полезного ископаемого. Можно с уверенностью сказать, что в дальнейшем число таких элементов, извлекаемых из угля, будет только увеличиваться, а их общая стоимость окажется гораздо выше, чем стоимость угля, из которого их будут получать.

Что еще можно почитать о германии и его получении

Я.Э.Юдович. Грамм дороже тонны. Редкие элементы в углях. М.: Наука, 1989.

Л.Я.Кизильштейн. Геохимия и термохимия углей. Ростов: Изд-во Ростовского университета, 2006.

А.В.Наумов. Восставший из праха «Известия вузов. Цветная металлургия», 2007, № 4, с. 32—40.



2

Оптоволокно

Сначала про инфракрасную оптику, поскольку она имеет важное военно-стратегическое значение. Обычное стекло в приборах ночного видения использовать нельзя, поскольку оно не пропускает ИК-излучение. Здесь металлический германий высокой чистоты совершенно незаменим (такой германий получают методами зонной плавки). Германиевая оптика настолько чувствительна, что позволяет, например, обнаружить тепловое существо в полной темноте на расстоянии многих сотен метров. Линзы таких приборов имеют дополнительные многослойные просветляющие покрытия, а потому довольно дороги. Их применяют главным образом в системах охраны государственной границы, сооружений особой важности — атомных электростанций, портов и военных баз.

Еще одно уникальное свойство оксида германия — высокий показатель преломления и низкая оптическая дисперсия. Результат — огромная, быстро развивающаяся с 1998 года область производства оптических волокон. Оптоволокно — это нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), которую используют для переноса света. Оно действует по принципу полного внутреннего отражения. Осевую часть волокна (сердцевину) изготавливают из стекла с более высоким показателем преломления, чем окружающая оболочка, поэтому свет не выходит за пределы сердцевины и не рассеивается. Из таких световодов делают волоконно-оптические кабели, по которым можно передавать информацию на большие расстояния и с более высокой скоростью, чем в

Такие же, как мы

Люди не столь уникальны в своем поведении, как они порой склонны думать. Даже самые миниатюрные представители животного мира зачастую демонстрируют столь разумный подход к организации своей личной и общественной жизни, что нам остается только удивляться. И, конечно, изучать.



Самообладание, умение контролировать свое поведение не дают нам совершать необдуманные поступки, чреватые разнообразными, но, как правило, неприятными последствиями. Потерявший голову пешеход кидается наперерез машинам, подросток, лишившись по той или иной причине остатков здравого смысла, устремляется за едва знакомыми собратями в поисках приключений, ребенок, забыв наставления родителей, пытается засунуть что-нибудь в розетку, дабы увидеть, что же там скрывается. Примеров не счесть. Впрочем, подобное происходит не только с людьми. С собаками тоже, выяснили французские ученые из университета Лилля.

В эксперименте приняли участие десять животных. Им то давали вволю бегать по вольеру, то заставляли сидеть на месте десять минут кряду, испытывая их терпение. Затем запускали в комнату, где в клетке сидела рычащая и лающая собака. Гости проводили здесь четыре минуты и вольны были распорядиться этим временем по своему усмотрению. Естественной реакцией любой собаки в такой ситуации было бы приблизиться к незнакомцу, но этот выбор оказывался и самым рискованным. И ему в основном отдали предпочтение те, чье самообладание было на исходе, то есть просидевшие на одном месте положенные десять минут. Те же, кто были предоставлены сами себе, старались избежать столь неприятного знакомства.

По мнению авторов, результаты, безусловно, подтверждают: потеря самообладания заставляет совершать необдуманные поступки не только людей, как это считалось до сих пор, но и собак.

Holly C. Miller, C. Nathan DeWall, Kristina Pattison, Mikaël Molelet, Thomas R. Zentall. *Too dog tired to avoid danger: Self-control depletion in canines increases behavioral approach toward an aggressive threat.* «Psychonomic Bulletin & Review», 2 April 2012; doi: 10.3758/s13423-012-0231-0

Моногамия — редкость в животном мире, но только не у птиц. Представители видов-долгожителей предпочитают постоянного партнера, не порывая семейных уз в течение нескольких сезонов спаривания. Впрочем, разводы тоже случаются.

Сотрудники университета Гетеборга (Швеция) в течение 15 лет наблюдали за брачным поведением живущего на морском побережье чернозобика *Calidris alpina*. Из 126 пар почти четверть — 23% — распались. Чтобы узнать почему, исследователи сравнили успехи в выведении потомства до и после этого решительного шага у самок и самцов.

Выяснилось, что в период, предшествовавший разводу, ничто, кажется, его не предвещало: и гнездо было не хуже

других, и яиц отложено столько же, и муж не какой-то замухрышка. Но, значит, было все же что-то не то. Для кого? Расставшись, самцы довольно быстро нашли себе новую половину, с которой зажили, словно ничего не произошло: и гнездо оказалось как две капли воды похожим на прежнее, и численность потомства не изменилась. Самки метались дольше, некоторые сменили еще двух-трех партнеров и только потом успокоились. Поиски эти оказались не напрасными: не только улучшились жилищные условия, но и количество отложенных яиц удвоилось (то есть новый спутник жизни оказался «качественнее» прежнего). Скорее всего, именно самка выступает инициатором развода, ее не устраивает ни гнездо, ни численность выводка.

Lars-Åke Flodin, Donald Blomqvist. *Divorce and breeding dispersal in the dunlin *Calidris alpina*: support for the better option hypothesis?* «Behaviour», v. 149, № 1, 2012, pp.67–80

В начале 80-х годов прошлого века в Англии было проведено исследование, известное как «Уайтхолл» (так называется улица в центре Лондона, где расположены правительственные учреждения и некоторые министерства, сотрудники которых и стали объектом изучения). Согласно полученным данным, британские государственные служащие низшего ранга болеют и умирают чаще, чем их более успешные коллеги. На возможные механизмы этого явления частично проливают свет результаты наблюдений за макаками-резусами, которые вели сотрудники университета Дюка в Дареме, США.

Поначалу социальный статус их 49 подопечных оценивался как средний. Он зависит от доступа к пище, воде, почесыванию. Последнее стоит особняком, так как свидетельствует об уважении и симпатии.

Затем животных разбили на десять групп, причем их положение изменилось. Обычно высшее занимает тот, кто первым попал в группу, по мере присоединения новых членов статус каждого следующего оказывается все ниже. Последний становится объектом унижений, а порой и насилия, иногда ему не достается еды.

Ученые периодически брали у животных кровь для изучения экспрессии более шести тысяч генов. Оказалось, что уровень экспрессии значительно изменился у 987 генов, и это напрямую связано с положением макаки в группе. На основании исключительно экспрессии авторы работы могли с точностью до 80% угадать место данной особи среди ее сородичей. У неудачников наиболее активными оказались гены иммунной системы, в особенности те, что связаны с воспалительными процессами. Гиперактивная иммунная система означает повышенную восприимчивость организма к всевозможным недугам.



К счастью, эти изменения недолговечны. Проанализировав образцы крови семи макак, чей статус изменился к лучшему с приходом в группы новых животных, ученые выяснили, что экспрессия генов тут же положительно отреагировала на это.

О том, что социальный статус «включает» и «выключает» определенные гены у насекомых и рыб, специалистам известно. Но подобное впервые отмечено у нечеловекообразных приматов. И хотя связь между генами и местом на социальной лестнице у людей наверняка не столь однозначна, поскольку человеческое сообщество гораздо сложнее, тем не менее определенные механизмы наверняка схожи. Ими отчасти и объясняются результаты «Уайтхолла».

Jenny Tung, Luis B. Barreiro, Zachary P. Johnson, Kasper D. Hansen, Vasiliki Michopoulos, Donna Toufexis, Katelyn Michelini, Mark E. Wilson, Yoav Gilad. Social environment is associated with gene regulatory variation in the rhesus macaque immune system. «Proceedings of the National Academy of Sciences», April 9, 2012, doi: 10.1073/pnas.1202734109

Вакцинация как способ избежать серьезных недугов и эпидемий известна не только людям. И кто знает, не принесет ли изучение социальной вакцинации у муравьев новые открытия для человеческого сообщества?

Муравьиные колонии напоминают мегаполисы, и у них есть общие проблемы: например, как избежать вспышек заболеваний, которые могут унести множество жизней. На страже стоит своего рода социальная иммунная система, включающая в себя наряду с врожденными иммунной системой и психологическими факторами коллективное гигиеническое поведение и адаптивные меры по изменению взаимодействий между членами колонии.

Когда появляется больной, сородичи не избегают его, а, напротив, облизывают, чтобы вывести патоген вовне. Это увеличивает и шансы на выздоровление «пациента», и риск заболеть для «санитаров», к чему они сознательно стремятся. Сотрудники Австрийского института науки и технологии наделили светящимися спорами грибов нескольких насекомых и дали им возможность пообщаться со здоровыми товарищами. Флуоресцирующие метки позволили проследить путь этих спор. Они довольно быстро распространились по колонии, но в столь малых дозах, что возбудили лишь микроинфекции, не приводящие к летальному исходу. Такие инфекции вызывают экспрессию определенного набора генов иммунной системы, которые помогают одолеть грибковый патоген. Данные математического моделирования подтверждают: подобная социальная иммунизация позволяет скорее избавиться от инфекции.

Все это напоминает первые попытки, предпринятые в человеческом сообществе, для выработки иммунитета против смертельно опасных болезней, в частности, оспы. В те времена, когда еще не было вакцинации, применялась вариоляция — людям прививали ослабленную инфекцию.

Konrad, M., Theis, F.J., Vyleta, M.L., Tragust, S., Stock, M., Klatt, M., Drescher, V., Marr, C., Ugelvig, L.V. & Cremer, S. (2012) Social Transfer of Pathogenic Fungus Promotes Active Immunisation in Ant Colonies. «PLoS Biology» 10(4): e1001300

Дельфины-самцы, обитающие в австралийском заливе Шарк-Бей, демонстрируют самое сложное групповое поведение среди млекопитающих, уступая только людям. Союзы, которые они заключают ради достижения той или иной цели, по сложности сравнимы с человеческими. В этом уверены ученые из США, Австралии и Швейцарии, наблюдавшие за этими прекрасными животными в течение нескольких лет.

Полученные данные говорят о том, что каждые двое из трех самцов тесно взаимодействуют, отрезая самку от основной группы для спаривания. Порой они действуют сообща, отбивая подругу у пары других ухажеров. Кажется, что это напоминает поведение шимпанзе: самцы у них тоже заключают альянсы — но только внутри одной социальной группы, чтобы защитить территорию от нашествия сородичей из других групп. Дельфины живут в открытом сообществе, им незачем защищать территорию. В данном случае они объединяются ради одной конкретной цели — добыть самку.

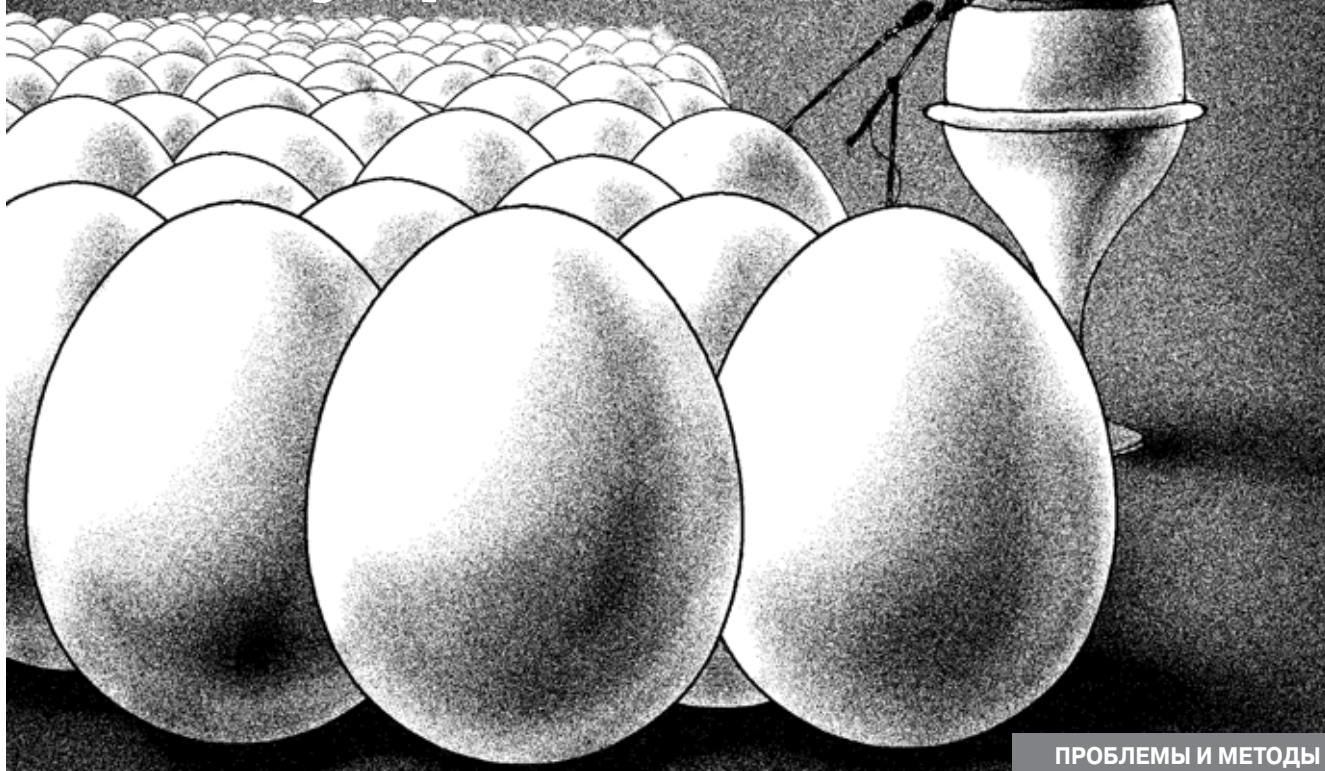
Но коли так, с окончанием периода спаривания поводов заключать альянсы больше нет, и самцы должны избегать друг друга. Однако этого не происходит. Во всяком случае, те 120 особей, что населяют 600 квадратных километров залива Шарк-Бей, не дают оснований для подобных предположений.

Групповое поведение и социальная структура многих видов давно занимают ученых. До какой степени мы схожи с ними, есть ли чему у них поучиться и не помогут ли исследования в этой области пролить свет на эволюцию группового поведения человека? Полученные результаты говорят о поразительной близости наших линий поведения, изучая одних, мы непременно узнаём что-то новое о других.

Sradan Randic, Richard C. Connor, William B. Sherwin and Michael Kr tzen. A novel mammalian social structure in Indo-Pacific bottlenose dolphins: complex male alliances in an open social network. «Proceedings of the Royal Society». March 28, 2012, doi:10.1098/rspb.2012.0264 1471—2954

Подготовила
Е. Сутоцкая

Эксперт и мудрая толпа



Художник В. Масюк



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Кандидат биологических наук

Н.Л.Резник

Единица — кому она нужна?

Что может один муравей? Тяжесть перенести или укусить кого-нибудь. Но колония муравьев — самый сложный организм с огромными возможностями, которые и не снились одинокому насекомому. Она строит жилище и охраняет его, организовано ухаживает за потомством, разводит тлей и грибы и много чего еще делает. Сравните медоносную пчелу и пчелиный рой, беззащитного маленького анчоуса и косяк рыбы, который постоянно перемещается, меняя форму и затрудняя охоту хищникам. Чтобы эти сообщества могли вести столь насыщенную жизнь, недостаточно простого сложения сил отдельных его членов, тут необходимо интеллектуальное руководство. Но в косяке рыб или в семье насекомых нет мозгового центра. Их действиями управляет так называемый роевой интеллект (swarm intelligence), позволяющий группе принять решение, которое не в состоянии отыскать одиночная особь.

Обидно человеку уступать в чем-то простому муравью. У людей тоже имеется роевой интеллект, только у него есть и второе название — мудрость толпы (the wisdom of the crowd). Согласно определению, мудрость толпы обнаруживается

в когнитивной сфере, в такой ситуации, когда несколько человек независимо собирают информацию, сообщая ее осмысливают и высказывают идеи, которые каждому из них поодиночке в голову бы не пришли. Иными словами, группа людей принимает решение более правильное, чем каждый из ее членов, даже если в этой группе есть эксперты по данному вопросу.

Из этого определения следует, что не всякое совместное действие или решение толпы есть проявление ее мудрости. Взять хотя бы выборы... Нет, лучше приведем другой пример — постановление собрания членов дачного кооператива об огораживании территории общим забором. Оно свидетельствует лишь о том, что люди умеют приходить к согласию. Решение о том, нужен ли забор и если да, то какой, в состоянии принять и один человек, и собрание необходимо только для согласования, а не для генерации оригинальных идей.

Одним из самых известных примеров проявления роевого интеллекта стал эксперимент, поставленный в 1906 году выдающимся английским ученым Фрэнсисом Гальтоном. Сэр Фрэнсис устроил лотерею на сельском празднике в окрестностях Плимута. Заплатив шесть пенсов, любой желающий мог угадать вес быка, а автор самого точного ответа получал приз. Гальтон принял около 800

ответов, многие были недалеко от истины, но точный вес быка, 1197 фунтов, не назвал никто. Однако когда ученый подсчитал среднее арифметическое значение всех догадок, оно оказалось равным 1198 фунтам, то есть толпа в целом ответила точнее, чем каждый из участников лотереи, а среди них многие разбирались в скотине.

Мудрость толпы — феномен не только хорошо известный, но и применяемый на практике. Например, фирма «Лего», известнейший производитель игрушек и конструкторов, создала сайт под красноречивым названием LEGO Mindstorms (желающие могут попробовать силы, пройдя по ссылке http://mindstorms.lego.com/eng/Egypt_dest/Default.aspx), на котором люди, покупающие изделия фирмы себе или детям, обмениваются мнениями о продукции «Лего» и предлагают свои идеи. Некоторые предложения оказываются настолько удачными, что фирма их использует. Собственно, при разработке новых игрушек «Лего» прибегает к сайту любителей чаще, чем к услугам профессиональных дизайнеров. Решения сообщества интереснее, потому что оно больше, чем штат специалистов, а его члены проводят много времени за игрой и горячо заинтересованы в том, чтобы ее усовершенствовать. Результат работы этого сообщества идеально подходит под определение роевого интеллекта.

Коллективный разум пытаются также использовать для получения разнообразных прогнозов — от изменения курса акций до итогов президентских выборов или, что для многих более важно, чем пионата мира по футболу, и порой весьма успешно. Но в таком случае зачем нам специалисты, если толпа дилетантов решит все лучше и обойдется дешевле? Давайте вместо экспертной оценки проблемы проводить референдумы или мозговые штурмы в группах заинтересованных лиц, и среднее решение будет самым лучшим. Однако специалисты уверяют, что так нельзя, и не только из-за возможности фальсификации результатов. Мудрость толпы, как следует из определения, проявляет себя лишь в том случае, когда каждый ее член принимает независимое решение, а в современных условиях это практически невозможно, поскольку на людей влияют средства массовой информации. И даже если человек газет не читает, телевизор не смотрит и Интернет у него не подключен, он все равно встречается с коллегами, соседями и знакомыми, которые навязчиво делятся с ним своими и чужими соображениями по любому животрепещущему вопросу. Так что индивидов с независимым мнением в нашем обществе практически не осталось, и на мудрость толпы, увы, рассчитывать не приходится. Без специалистов нам не обойтись

Гадание на леденцах

Насколько чужое мнение влияет на роевой интеллект и что будет, если это мнение эксперта? Этими вопросами заинтересовались специалисты лаборатории структуры и движения Королевского ветеринарного колледжа Лондонского университета под руководством Эндрю Кинга. Исследователи поставили очень простой и красивый эксперимент, который описали в журнале «Biology letters»



Кабинка для «голосования за леденцы». В ней находятся сама банка, монитор, на котором высвечивается необходимая информация, и клавиатура для ввода данных



Выдающийся английский ученый сэр Фрэнсис Гальтон полагал, что любой феномен должен быть подчинен измерению и числу, в том числе и мудрость толпы

(2012, т. 8, с. 197—200, doi:10.1098/rsbl.2011.0795).

Когда в колледже был день открытых дверей, студентов 16—18 лет и их родителей просили угадать количество леденцов в прозрачной банке. Для угадывания нужно было пройти в одну из пяти кабинок, оборудованных по типу кабинок для тайного голосования. В каждой находились сама банка, монитор и клавиатура для ввода данных, подсоединенные к компьютеру. Кабинки устроены таким образом, что люди, ожидающие очереди, не видели, какие числа ввели предыдущие участники эксперимента. Посетителей первой кабинки встречала надпись на экране монитора: «Сколько конфет в банке на столе? Введите предполагаемое число с помощью клавиатуры». В следующих двух кабинках людям таким же образом предлагали дополнительную информацию: число, названное последним посетителем, или случайно выбранный ответ одного из предыдущих участников. В четвертой кабинке голосующие узнавали среднее значение всех ранее высказанных догадок, а в пятой — предположение, наиболее близкое к истинному значению. Каждый участник эксперимента голосовал только один раз. Разные кабинки посетили 82, 103, 80, 92 и 71 человек, причем исследователи проследили, чтобы они не обменивались догадками. Для каждой группы ответов ученые высчитали среднее арифметическое и медиану. Тут мы отвлечемся ненадолго и поговорим о разнице между этими двумя величинами.

Среднее арифметическое — это сумма значений, деленная на их количество. Предположим, что пять мальчиков забрались в сад и набили карманы яблоками. Один мальчик сорвал пять яблок, другой — шесть, двое — по четыре и один — целых семь. Если садовник на основании этих данных пожелает рас-

считать средний ущерб, наносимый урожаю посещением одного дитяти, он должен сложить все числа и разделить на пять. Получится $(5 + 6 + 4 + 4 + 7) : 5 = 5,2$ яблока. Медиана показывает, сколько яблок у среднего члена группы. Чтобы ее вычислить, все значения располагают по ранжиру, а затем берут среднее в ряду или если значений четное количество, то полусумму двух средних. В нашем примере ряд выглядит так: 4, 4, 5, 6, 7. Медиана равна пяти, ее значение практически совпадает со средним арифметическим, и это говорит о том, что мы имеем дело с нормальным распределением. Но оно далеко не всегда бывает таковым. Представим себе, что садовник дал четырем мальчикам по яблоку, а пятому, своему сыну, — целый мешок, 50 штук. В этом случае среднее количество яблок на ребенка составит $54 : 5 = 10,8$, что не отражает истинного положения дел, при котором у одного густо, а у остальных пусто. Зато медиана, равная единице, показывает, что у большинства детей в этой компании по одному яблоку. Значительная разница между медианой и средним арифметическим свидетельствует о том, что распределение яблок в этом сообществе неравномерно (или ненормально, как хотите).

Но вернемся к эксперименту Эндрю Кинга и его коллег. В первой кабинке, где люди были лишены дополнительной информации и полагались исключительно на собственные суждения, среднее арифметическое равнялось 1396, а медиана — 751. Это означает, что некоторые члены группы чуть не вдвое переоценили количество леденцов, зато «средний человек» угадал точно: в банке был именно 751 леденец! Так что в сообществе, даже небольшом, где люди высказывают независимые мнения, мудрость толпы проявила себя в полном блеске. Посетители трех следующих кабинок были в курсе решений, принятых до них, то есть находились под влиянием общественного мнения, и их результаты хуже, чем в первой группе: медианы равны 882, 899 и 1109. Средние значения в этих группах выше, чем медианы, и колеблются от 1240 до 1340. Это значит, что склонность некоторых людей завышать количество леденцов влияет на решение группы. Когда мнение «переоценщиков» становится достоянием общественности, то вызывает информационный каскад: последующие участники тоже завышают число конфет. В реальной жизни эта склонность к переоценке ценности вещи или потенциальной опасности создает нездоровый ажиотаж, который можно наблюдать, к примеру, на распродажах или в ходе кампании против генетически модифицированных организмов. А спроси таких людей, чем конкретно им помешали ГМО, большинство ведь не сможет сказать ничего вразумительно-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

го. Исследователи советуют, прибегая к мудрости толпы в реальных условиях, при анализе ответов отсекают самые высокие значения.

В пятой группе люди знали самый близкий к истине ответ, который в данном эксперименте равносителен совету специалиста по обсуждаемому вопросу. К этому совету участники явно прислушались. Медиана в группе составила 795, а среднее значение всего — 829. То есть сообщество, которое находилось под влиянием некоего мнения, ошиблось в оценке, но, поскольку это было суждение эксперта, коллективный ответ оказался гораздо ближе к истине, чем во второй, третьей и четвертой группах, и разброс значений был существенно меньше. В жизни мы нередко наблюдаем, как люди стараются подражать своим более успешным коллегам и знакомым. И не зря, оказывается. Внимание к мнению специалистов — а человека, который добился успеха, можно считать специалистом в определенной области — помогает не наделать ошибок в собственной жизни и избежать крайних решений.

Мудрость или знание

Итак, эксперимент ученых из Лондонского университета показал, что феномен мудрости толпы действительно существует, но в реальных условиях его проявлению мешают средства массовой информации, которые влияют на суждения людей. Однако даже в этом случае группа может показать неплохой результат, если, принимая совместное решение, будет ориентироваться на мнение эксперта.

Аналогичный вывод следует из теоретической работы французского математика XVIII века Николая де Кондорсе, который также интересовался мудростью толпы. Он рассудил, что каждый человек может быть либо прав, либо нет с определенной вероятностью. Если вероятность его правоты превышает 50%, то, согласно расчетам, шанс на правильное коллективное решение возрастет как функция от размера группы. Но сообщество, каждый член которого скорее прав, чем не прав, представляет собой группу экспертов, которым нет нужды прибегать к помощи коллективного разума. А мало сведущим людям все-таки придется советоваться со специалистом.

Очень хочется обходиться без экспертов. Во-первых, они дорого стоят. Содержать интернет-сайт для обмена мнениями гораздо дешевле, чем команду консультантов. Во-вторых, эксперты зачастую люди не особенно приятные. Чтобы стать уважаемым специалистом, к мнению которого прислушиваются, недостаточно много знать, нужно еще обладать качествами лидера. Эндрю Кинг составил портрет такого авторитетного спеца. Это амбициозный индивидуалист с сильной мотивацией к действию, которого не особенно заботят интересы коллектива. Он очень разговорчив, много и охотно выступает. Скорее всего, это человек в возрасте, поскольку настоящий эксперт обладает уникальными знаниями или опытом, для приобретения которых требуется время. Неприглядный получается образ, и неудивительно, что таких персон не жалуют, особенно если из них образуют комитет и наделяют льготами. А тут еще сродства массовой информации подливают масла в огонь и представляют дело таким образом, что мудрость толпы способна решить любую проблему современного общества. Однако практика такие заявления опровергает. Разные фирмы создают интернет-сайты для решения своих проблем, однако далеко не все так успешны, как сообщество «Лего». Например, британский футбольный клуб «Эббсфлит Юнайтед» приглашает к управлению клубом всех желающих, нужно лишь заплатить небольшой взнос. Члены объединения, а их около 30 тысяч, решают на сайте, каких игроков купить или продать и кто должен участвовать в той или иной игре. Такая система управления клубом пока себя не показала с лучшей стороны. Толпа в мудрости своей не всегда выдает правильное решение, и этот факт полностью согласуется с результатом, который получили Эндрю Кинг со своими сотрудниками, анализируя гадание на леденцах.

Экспериментальные и теоретические данные свидетельствуют о том, что истинной мудростью обладает только «правильная» толпа. Она должна состоять из людей с разнообразными независимыми суждениями, которые имеют возможность свободно их высказывать. Иногда для решения проблемы есть смысл специально подбирать неоднородную группу. Но разнообразие мнений само по себе не создает коллективного интеллекта; для его проявления члены группы должны взаимодействовать, и тут важно, чтобы несходство суждений не создало между участниками непреодолимого барьера.

Кроме того, у людей должна быть серьезная мотивация для участия в опросе. Угадывающий вес блях получает приз, гостей Ветеринарного колледжа участие в настоящем научном экс-

перименте преисполняет сознанием собственной важности. Посетители сайта «Лего» не только предлагают новые идеи, но и рекламируют их и продают. Без мотивации плохо. Если человек, которого попросили угадать, сколько конфет в банке, не надеется получить за правильный ответ эту банку, то он запросто скажет, что в ней миллион.

И еще одно важное обстоятельство. Участники обсуждения все-таки должны понимать, о чем идет речь. Допускать неточности в ответах им позволительно, системные ошибки — нет. Это означает, что есть области, в которых на мудрость толпы лучше не полагаться ни при каких условиях. Ясное понятие об этих областях дает эксперимент, проведенный немецкими исследователями роевого интеллекта Йенсом и Стефаном Краузе. Посетителям биометрической выставки в Берлине ученые предлагали две задачи. Одна из них обычная: нужно было угадать, сколько шариков в банке. Во втором задании людей просили ответить, сколько раз подряд нужно бросить монету, чтобы вероятность того, что она каждый раз упадет «орлом» вверх, была такой же, как шанс выиграть в немецкую лотерею. В этой лотерее требуется угадать 6 номеров из 49, и вероятность победы составляет 1:13 983 816. Количество шариков в банке толпа определила с точностью до полутора процентов (среднее — 553, 57; медиана — 516, правильный ответ — 562), несмотря на большой разброс вариантов, а вот со второй задачей не справилась (средняя — 498,3; медиана — 100, правильный ответ — 24). А случись в этой группе специалист по комбинаторике, он бы правильный ответ быстро вычислил, и угадывать бы не пришлось. Так что мудрость толпы проявляется в тех случаях, когда нужно что-то угадать или предложить творческую идею. Когда же речь заходит о конкретных знаниях, необходим эксперт. Есть области, в которых гадать не нужно и даже вредно.

В общем, для проявления коллективного разума требуется множество условий, и, если их не соблюдать, получается не «как лучше», а «как всегда». Однако, несмотря на ограниченность применения роевого интеллекта, специалисты продолжают исследования, желая понять, в каких случаях группа заинтересованных непрофессионалов сработает эффективнее, чем один или несколько экспертов. По их оценке, роевой интеллект вряд ли заменит руководство, скорее, придет ему на помощь в принятии некоторых решений. И даже в том случае, когда общество захочет обратиться к мудрости толпы, ему все равно придется приглашать специалиста по правильному использованию роевого интеллекта, потому что без знаний мыслить трудно.





Художник Н. Кравцов

можно придумать эвристический алгоритм, который пойдет на железе... Так можно в принципе и за кульманом чертить, но поди кого уговори.

— Придется дать вам допуск по третьей форме. — Евгений Петрович развернул ко мне свой ноутбук. — Внимательно читайте инструкцию, заполняйте анкету.

Стены метро пестрели социальной рекламой: «Не трогайте бесхозные вещи», «Уходя из дома, мойте руки». Больше всего мне нравился плакат без слов, но с красивой девушкой. Девушка ехала на эскалаторе, и ее лежащую на поручне руку брала на бордаж ватага грязных микробов. Микробы были в треуголках, одноглазые с черными повязками и палили из пистолетов. Но девушка радостно улыбалась, потому что носила перчатки, и микробы тщетно ломали о них свои зубы и ятаганы.

Я улыбнулся в ответ, стянул перчатку и положил на поручень свою розовую и чистую, как у младенца, зудящую от дезинфекции руку.

Заняв свободное место, я расчехлил наладонник и подключился к Микронету. Сигнал был слабоват: бактерии, которых я нахватался на эскалаторе, еще не успели размножиться как следует. Ну-ка, что пишут на форуме? Еле сдержал вздох разочарования: в моей теме — ноль новых ответов.

Эх! Как же быстро работал Интернет, пока его не прикончила цензура... А Микронет работает медленно. Информация ползет, расплзается — через рукопожатия, дверные ручки, перила и поручни. Едет на поезде, летит самолетом, идет пешком. Медленно, неудержимо и неподконтрольно. Чтобы задушить свободу на этот раз, им придется залить планету хлоркой.

Я заглянул в новинки кино. Ух ты! Долгожданный «Аватар-3» — вынесли прямо со съемочной площадки. Поколебался и стер. Нет, я не собираюсь дожидаться лицензии. Просто потерплю неделю-другую, пока энтузиасты не приведут фильм в божеский вид. Смонтируют, озвучат, отрендерят компьютерную графику...

Интересно, куда смотрит служба безопасности киностудии? Неужели она там хуже, чем у нас в КБ, с их-то многомиллиардными бюджетами? Вряд ли. Думаю, выносят все и отовсюду — просто наши секреты мало кому интересны.

Чем информация интереснее, тем чаще к ней обращаются. Но для чтения с ДНК нужна энергия. А бактерии, получающие больше энергии, активнее размножаются. Значит, больше обращений — больше копий. Так популярная информация размножается, выживает и захватывает Микронет.

Эти маленькие пираты питаются нашим интересом.

В полседьмого меня разбудила бодрая музыка. Я прикрикнул на будильник — из горла вырвалось простуженное сипение, и будильник не отреагировал. Ну вот. Мало того что вчера чуть кожа не слезла от дезинфекции, так еще после душа на мороз. А сегодня из носа течет, миндалины распухли. Или я это подхватил в метро? Помню — ехал, чихали.

Я позвонил на работу, сказал, что возьму больничный. Наллил себе чаю с медом, завернулся в плед и сел в кресло перед экраном. Буду болеть со вкусом. Запущу какое-нибудь кино... Эй, а куда пропали фильмы?

А где электронные книги, а? Где софт? Весь пиратский контент как будто корова языком слизнула. Из форумов потерты экстремистские высказывания, и вместо них жирным шрифтом вбито: «Большой Брат чихал на тебя».

Похоже, поработал вирус. Когда-то они кишели в Интернете, надо же, и в Микронете завелись. Я чихнул, прикрывшись ладонью. Что за несчастливое совпадение! Сам заболел и вдобавок подхватил компьютерный вирус.

Нет, дома делать нечего, пойду-ка я лучше на работу. Выпью таблетку и пойду.

Апчхи!

Большой Брат чихал на тебя



НАНОФАНТАСТИКА

Ирина Истратова

На проходной я положил руки на сканер. Охранник посмотрел в свой монитор, добродушно спросил:

— Выносим секретные документы?

— Я нечаянно, — улыбнулся я. — Что там у меня, опять исходники «Микродеска»?

Когда работаешь программистом, к концу дня часть кода неизбежно прилипает к рукам.

— Эти чертежи... — Охранник нахмурился. — Откуда они?

— Наверно, тестовый проект.

— Стойте на месте. — Охранник пришил меня взглядом и поднял трубку телефона. — Евгений Петрович?

На столе начальника режимного отдела лежал древний кремниевый ноутбук. Евгений Петрович просматривал записи с камер наблюдения, а я маялся от скуки, и у меня урчало в животе.

— Действительно, — признал Евгений Петрович, — в двадцать шестую вы не заходили.

В двадцать шестой у нас сидят инженеры и работают над военными заказами. Мне туда нельзя, у меня нет допуска. А я и не рвусь — неохота каждый день после работы проходить дезинфекцию.

— Тогда объясните, как к вам попали чертежи под грифом «Секретно».

Я пожал плечами:

— К нам постоянно заходят ребята из двадцать шестой. То просят глюк в программе исправить, то написать новый модуль. Кто-то из них плохо вымыл руки — вот чертежи и занесли.

— И что мы будем с этим делать? — спросил Евгений Петрович грустно, но сурово.

— Не знаю.

А что тут поделаешь? Изолировать двадцать шестую? А в столовку инженеров тоже прикажете не пускать и, простите, в туалет? Или пересадить их с ДНК-компьютеров обратно на железо? Современное проектирование — это дискретная геометрия, NP-полные задачи, массивный параллелизм. Конечно,



Утомленные цветом



М. Демина

«Волосы женщины должны быть нежными, густыми, длинными, волнистыми, цветом они должны уподобляться золоту, или же меду, или же горячим лучам солнечным...» — так писал живший в эпоху Возрождения итальянский писатель Аньоло Фиренцуола, почти 10 лет подвизавшийся монахом валломброзинского ордена, в трактате «О красотах женщин». По его мнению, «красавица, одетая в роскошное платье, украшенная золотом и жемчугом, не выглядит ни красивой, ни нарядной, если ее волосы не приведены в порядок». Что ж, мы согласны с каждым его словом. Шелковистые, блестящие, пышные волосы — это не только достойная оправа красоты, но и защита от жары и холода, механических повреждений. Не каждого природа награждает роскошной шевелюрой. Но правильный уход и забота о волосах: тщательное и своевременное очищение от грязи и пыли, бережное расчесывание, умелое окрашивание — сделают их лучше, живее, послушнее.

Красота требует

В Древнем Египте знатные дамы носили объемные парики из овечьей шерсти, которые завивали или заплетали в мелкие косички, а собственные волосы коротко остригали или даже выбривали. Красавицы феодальной Японии собирали волосы на затылке в узел и закрепляли его длинными фигурными палочками. Мужчины брили лоб и затылок, а на макушке завязывали разноцветными шнурками тоненький пучок-хвостик.

Древняя Греция подарила миру свой идеал красоты, символом которого были единство и гармония. Красивым считалось лицо с прямым носом, большими глазами, округлой линией бровей, ртом в полтора раза больше глаза и невысоким лбом, на который свободно падали завитые волосы, разделенные прямым пробором. Молодые мужчины брили лицо, длинные волосы завивали и перехватывали обручем. Женщины укладывали волосы тяжелым узлом на затылке — он вошел в историю под названием «античный узел» — и перевязывали лентами.

В Древнем Риме культ белокурых выющихся волос привел к тому, что знатные дамы, желая походить на златокудрую красавицу Венеру, часами сидели на солнце в шляпах-козырьках, прикрывавших только лицо. Волосы в буквальном смысле выгорали и немного светлели. Прически римлянок были сложными и разнообразными: высоко поднятые на металлических каркасах, с вплетенными кудрявыми

накладными волосами (использовалась, например, овечья шерсть). Мужчины завивали волосы и бороды. Популярной прической была «голова Тита» — из коротких, завитых в крупные локоны волос с бакенбардами, получившая название по имени римского императора Тита Веспасиана.

В эпоху Возрождения благодаря мастерам венецианской школы живописи XVI века красивыми стали считаться золотисто-рыжие волосы. На картине Тициана «Любовь земная и любовь небесная» обе женщины, и богиня, слегка прикрытая белоснежной накидкой, и молодая дама в роскошной одежде, изображены с волосами одного цвета, который теперь называется «цветом Тициана». И мадонны, и мифические героини, и простые смертные на картинах Рубенса, Рембрандта имеют тот или иной оттенок этого цвета.

С наступлением в начале XVIII века эпохи рококо, с присущей ей нарочитой сложностью, перегруженностью извилистых форм и линий, цвет волос теряет значение. Главное — подчеркнутая величина, гротескная объемность прически. Волосы взбивали — начесывали (а вы думаете, что начес изобретен в XX веке?), добавляли фальшивые, накладные. Изготовление прически занимало много часов и стоило немалых денег. В ход шли металлические каркасы и обручи, ленты, кружева, фигурные гребни, узорчатые заколки, разноцветные банты, перья павлина и страуса, искусственные и живые цветы, броши с драгоценными камнями. Завершающим штрихом такого чуда парикмахерского искусства была пудра, которой обильно посыпали волосы. Модными были и парики, причем для мужчин они стали обязательны. Огромные шляпы, до метра высотой, дополняли наряд. Придворный парикмахер французской королевы Марии-Антуанетты, большой любительницы балов и маскарадов, Леонар Боляр придумывал фантастические прически-композиции, в которые в прямом смысле слова встраивалась головной убор. Ему бы жить в наше время — какие авангардные перформансы и инсталляции он мог бы устраивать! Тому пример — прическа «а-ля фрегат», созданная им сразу после сражения французского фрегата «Ля Бель Пуль» с англичанами в 1778 году в проливе Ла-Манш. Представьте себе роскошную изящную даму, у которой на нещадно взбитых волосах, символизирующих морские волны, гордо возвышается макет корабля, раза в три больше ее головы, с флагом, мачтами и парусами. Остается только почувствовать несчастной: спать сидя в кресле, с валиком под шеей, неделями не причесываться и не мыть голову, терпеть головную боль от тяжелой ноши и сильно стянутых волос. И все это для того, чтобы подольше сохранить дорогостоящую прическу.

Новый стиль ампир, идеалы которого переключаются с античными, пришедший на смену рококо в конце XVIII века, отправил в небытие гигантские головные уборы, парики, нарочито вычурные прически. Они становятся рациональнее и естественнее. На первый план опять выходит цвет. Во времена правления Наполеона III во Франции произошло знаменательное событие в парикмахерском искусстве. Его жена, красавица Евгения, была натуральной блондинкой. Дамы высшего света, преданные императору и короне, желали во всем походить на нее. Что делать с темными волосами? Придворный парикмахер по имени Гуго придумал простой способ осветления волос с помощью «окисленной воды» — так называлась перекись водорода, впервые полученная в 1818 году французским ученым Луи Жаком Тенаром. Она использовалась для отбеливания тканей. Почему бы не попробовать отбелить волосы? Подобрал нужную концентрацию водного раствора перекиси (история умалчивает о судьбе волос первых подопытных), Гуго всех светских дам сделал белокурами. Слава императору!

В начале XX века, избавившись от корсетов, женщины укорачивают и платя, и волосы, которые завивают мелкими кудряшками или крупными локонами. В середине века популярным становится начес как основа любой прически. Теперь



СВЕТ МОЙ, ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ...

женские головы, безжалостно залитые лаком, походят на Хеопсовы пирамиды, а за красоту приходится расплачиваться выданными клоками волос при попытке расчесать их перед сном. С конца века дамы смело бросаются экспериментировать с цветом. Сегодняшняя шатенка завтра становится глущей брюнеткой, через какое-то время ярко-рыжей или соломенной блондинкой, а потом... приходит пора долгого и упорного лечения поврежденных волос.

Что ж, как показывает история, мода — дело хорошее, но не стоит относиться к ней слишком серьезно. мода — неплохая служанка, но жестокая госпожа: она может потребовать жертв!

Красить нельзя оставить так

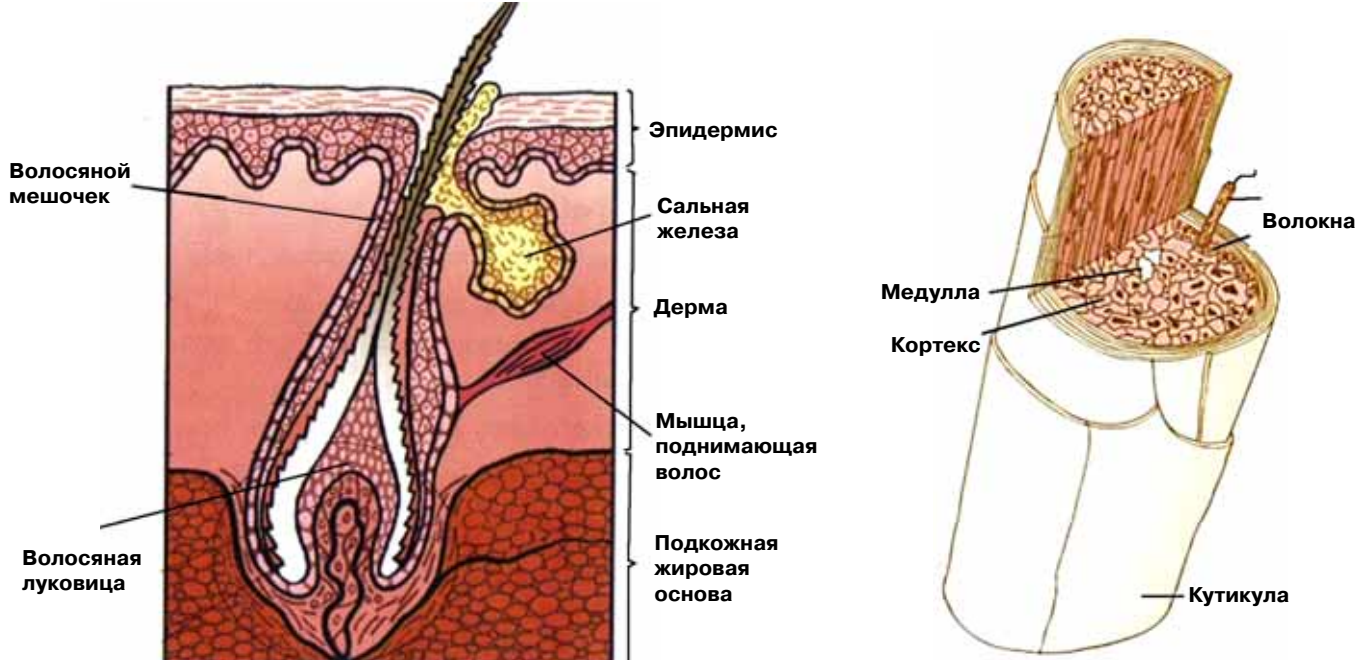
Красить или не красить волосы — этот вопрос рано или поздно встает перед каждой современной женщиной. «Блондинкой ты будешь эффектнее», — советует подружка. «Самый хороший цвет — тот, что тебе дала природа, красить надо только седые волосы», — это мнение мамы. «Начнешь закрашивать небольшую седину и сразу поседеешь полностью, лучше оставить все, как есть», — так считает бабушка.

Стоит очень хорошо подумать, прежде чем решиться изменить цвет волос. Посмотрите на себя в зеркало, может, не надо? Любое окрашивание химическими красителями, а только они могут радикально изменить цвет, в лучшем случае не полезно. Окрашенные, читай травмированные, волосы потребуют особой заботы. К тому же придется постоянно подновлять отрастающие корни.

Не так просто, как кажется, выбрать новый цвет, чтобы потом не было разочарования и горького сожаления. Он должен соответствовать цвету глаз и кожи, возрасту, темпераменту, структуре волос. Женщинам с темными глазами и смуглой кожей не подойдут светлые тона. Черные, цвета воронова крыла волосы будут странно выглядеть, если у вас бледное лицо и светлые глаза. Темные волосы старят, подчеркивают морщинки, поэтому не подходят для пожилых. Далеко не всем идет рыжий цвет — он доминирует над лицом, кожа как будто выцветает и бледнеет, а у пожилых женщин становится болезненного серо-желтого оттенка.

Чтобы уменьшить вред от окрашивания, эту процедуру надо доверить хорошему парикмахеру, который из всего разнообразия красителей сможет выбрать подходящий именно для вас. Иначе, кроме нового цвета, причем необязательно такого, как на картинке, вы рискуете получить ломкие, тусклые волосы, которые выглядят, как пакля. Дома можно воспользоваться или оттеночными шампунями, которые и мою, и красят, или растительными красителями — они нестойкие, хлопот с ними значительно больше, но при соблюдении определенных правил они не принесут вреда волосам, а даже помогут их укрепить и подлечить. Но если на голове много седины или ваши волосы уже были окрашены, то, высушив их, вы можете увидеть нечто неожиданное — неестественный, неровный и неопрятный цвет.

Давайте разберемся, что такое человеческий волос и от чего зависит его окраска. По всей площади головы в недрах кожи располагаются волосяные мешочки с волосяной луковицей внутри, похожей на вытянутую каплю, из которой растет видимая часть



волоса — стержень. Волосной мешочек — это удивительный, сложно устроенный орган, обеспечивающий рождение и рост волоса. К нему с разных сторон подходят нервные окончания и кровеносные сосуды. Его форма задает степень волнистости волоса: будет ли он гладким или вьющимся.

В волосяные мешочки входят протоки сальных желез, вырабатывающих жир, который смазывает волосы, отчего они блестят, становятся эластичными и даже приобретают водоотталкивающие свойства. А еще к волосяному мешочку прикреплен целый пучок мышц, поднимающих волос. Мышцы могут непроизвольно сокращаться под действием холода или внезапно наступившего эмоционального стресса. Вот почему у сильно испугавшегося человека волосы действительно встают дыбом — вертикально вверх, а на холоде взъерошиваются, как перья у замерзшего нахохлившегося воробья. Это особенно заметно на коротких волосах. В обычном состоянии волосы всегда находятся под углом 30—60° к поверхности кожи головы. Чем больше угол, тем пышнее они выглядят.

В благоприятных условиях волос живет от четырех до шести лет. Затем в луковице за счет размножения клеток зарождается новый волос, а старый выпадает и вычесывается расческой. Из одной волосяной луковицы может вырасти в среднем около двадцати волос.

Стержень состоит из трех слоев: центрального, или медуллы, коркового, или кортекса, заполненного пузырьками воздуха и зернами красящего пигмента, который и определяет природный цвет волоса, и внешнего — кутикулы.

Кутикула — это около десяти слоев ороговевших клеток, содержащих кератин, они образуют плотно прилегающие друг к другу чешуйки. По структуре она напоминает хорошо пригнанную черепичную крышу, созревшую сосновую шишку или рыбью чешую. Кутикула играет роль защитного барьера при внешних агрессивных химических или механических воздействиях, обеспечивает гибкость и прочность волоса. Она может расширяться или сжиматься. В щелочной среде, например в мыльном растворе, чешуйки приоткрываются и волос становится толще. В кислой — в ополаскивателе или бальзаме — они закрываются и прижимаются к стволу волоса. Ровный и гладкий, здоровый волос хорошо отражает свет и потому блестит. Если прилегание и целостность чешуек нарушаются — при начесах и сушке горячим феном, при химической завивке и окрашивании, — то волос становится ломким и может погибнуть.

Медулла — это канал внутри стержня из мягкой губчатой ткани, состоящей из клеток с кератиноподобным веществом, вкрапленных воздушных и жировых гранул. По нему, как по трубе, движется вода и питательные вещества.

Кортекс — это сцепленные между собой веретенообразные ороговевшие клетки, заполненные кератиновыми волокнами, с микроскопическими включениями воздуха и цветного пигмента. На него приходится почти 90% веса волоса и 80% его объема. Волокна обеспечивают прочность волоса на разрыв. Именно в кортексе происходят все химические процессы при окрашивании волос.

В волосяном мешочке в соответствии с генетически заданной программой непрерывно вырабатывается цветной пигмент меланин — смесь сложных органических веществ, не растворимых в воде, но способных вступать в реакцию с кислотами и щелочами. Меланин бывает двух типов: коричнево-черный эумеланин, окрашивающий волосы в черный или каштановый цвет, и красно-желтый феомеланин, ответственный за светлые, золотистые оттенки. Молекулы меланина собираются в группы, как говорят, образуют пигментные зерна. Под микроскопом эумеланин выглядит скоплением больших, темных, круглых или овальных гранул. Поэтому его называют зернистым пигментом. Феомеланин похож на маленькие рыхлые светлые клубочки, и называется он рассеянным пигментом. Цветовой оттенок волоса определяется, во-первых, общим количеством меланина в кортексе (в темных волосах его много, а в светлых мало), во-вторых, относительным количеством его цветных разновидностей. В темных волосах — от черного до рыже-коричневого — присутствует только зернистый пигмент, и его так много, что кортекс буквально забит им под завязку. В средне-русых — зернистого и рассеянного пигмента примерно поровну, и общее их количество невелико. В самых светлых есть только чуть-чуть рассеянного пигмента, а кортекс заполнен пузырьками воздуха. Вот почему чем темнее волосы, тем они тяжелее. С возрастом выработка меланина сокращается и волосы начинают седеть, терять цвет, потому что красящий пигмент замещается воздухом.

Всего известно чуть меньше тридцати естественных оттенков волос, окрашенных же — в разы больше. Натуральные волосы — и в этом их прелесть — всегда неоднородны по цвету: корни темнее кончиков, успевающих за свою жизнь выгореть на солнце, поджариться в бане, надыхаться хлоркой в бассейне.

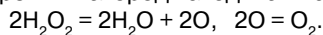
Густота и толщина волос, оказывается, зависят от их цвета. Светлые волосы самые тонкие, а рыжие — самые толстые, но и самые малочисленные. Рыжий женский волос удостоился чести быть главной деталью гигрометра — прибора, определяющего влажность воздуха. Растут волосы на один-два сантиметра в месяц, причем летом быстрее, чем зимой, днем медленнее, чем ночью.

Выходим в цвет!

Вы приняли твердое решение изменить цвет волос и уже выбрали идеально подходящий оттенок. Ваши волосы будут восхитительно блестящими, яркими, искрящимися, особенно при солнечном свете. Но пройдет месяц, и волосы без должного ухода приобретут нездоровый, поникший вид, отрастут корни родного цвета, кончики начнут сечься... Да, парикмахеры без работы не останутся. Окрашивание надо повторять снова и снова. Если такая перспектива вас не смущает, тогда — вперед. Для начала разберемся, что же скрывается в красивом глянцевом пакетике, с которого призыво улыбается красотка с роскошными сияющими кудрями.

Красители для волос бывают химическими и природными на растительной основе. Химические подразделяются на три большие группы. Первая — обесцвечивающие красители, которые предназначены для легкого осветления уже светлых волос или для полного обесцвечивания, травления, темных волос перед их последующей окраской в светлые тона. Вторая — химически активные или окислительные красители самых разнообразных цветов и оттенков, стойкие, несмыывающиеся, закрашивающие седину. Третья — оттеночные красители: пенки или шампуни на гелевой основе, не проникающие внутрь волоса, а потому нестойкие, но и безвредные.

Обесцвечивание — это полное уничтожение натурального пигмента волоса с использованием пероксида (3, 6, 10%-го раствора перекиси водорода), гидроперита (комплексного соединения перекиси водорода с мочевиной), пергидроля (30%-го раствора перекиси водорода), реже — пербората натрия или осветлителей на основе хлора. Обесцвечивание оказывает крайне отрицательное воздействие на волосы, при этом чем темнее собственный цвет волос, тем сильнее они повреждаются. Сначала происходит разрыхление кутикулы, чешуйки принудительно открываются, и молекулы перекиси водорода устремляются в корковый слой волоса. Здесь перекись водорода разлагается на воду и кислород, и некоторое время кислород находится в атомарном состоянии:



Атомарный кислород — сильнейший окислитель. Меланин окисляется до бесцветных соединений, и волосы теряют цвет. В качестве активирующего средства, буквально взрывающего чешуйки кутикулы, используют, например, нашатырный спирт (водный раствор аммиака, NH_4OH) или бикарбонат аммония (NH_4CO_3). Чем выше концентрация перекиси и чем дольше продолжительность воздействия, тем эффективнее осветление.

Хорошо осветляются волосы, имеющие хоть малую долю русого пигмента, — темно-русые волосы становятся светло-русыми с желтоватым оттенком. А вот на другие после обесцвечивания лучше и не смотреть: каштановые и рыжие волосы выглядят грязно-желтыми, а черные — тускло-коричневыми. Их сразу же окрашивают светлыми красителями с золотистым, каштановым или пепельным оттенками. Некрасивые цвета исчезают, волосы приобретают естественный блеск и гладкость, становятся привлекательными. Обесцвечивание противопоказано аллергикам, людям с повышенной чувствительностью кожи, имеющим истонченные волосы, а также сразу после химической завивки. Осветленные волосы делаются легкими, хрупкими и ломкими за счет распада белков до соединений с меньшей молекулярной массой.

Окрашивание химическими окислительными красителями (второй группы) приносит меньше вреда волосам, чем обесцвечивание. Все они двусоставны: окислитель на основе перекиси водорода плюс бесцветный химический реагент — основа красителя. Молекулы основы — небольшие по размеру, поэтому они легко проникают в разрыхленную кутикулу. Там они окисляются кислородом перекиси до нерастворимого в воде вещества, имеющего определенный цвет. Это и есть краситель, который распределяется по всей длине волоса. Его молекулы доста-



СВЕТ МОЙ, ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ...

точно велики, и они уже не могут покинуть кутикулу, а значит, становятся недоступными для воды и моющих средств. Цвет волоса по всей длине окрашивания будет постоянным. Таким образом, краситель образуется внутри волоса. В этом заключается секрет стойкости химического окрашивания.

В состав основы добавляют стабилизаторы оттенков, модификаторы и поверхностно-активные вещества. Современная промышленность выпускает огромное количество красок, крем-красок и гель-красок с богатой палитрой цветов и оттенков. Они не только ровно и однородно окрашивают волосы, но и благодаря введению полезных добавок — питательных, увлажняющих, заживляющих и укрепляющих средств — частично восстанавливают структуру волос, лечат травмированные волосные луковицы. Волосы выглядят мягкими, эластичными, гладкими, блестящими.

Оттеночные шампуни и гели (третья группа) не содержат окислителя и аммиака. Крупные органические молекулы красящего пигмента не могут проникнуть внутрь волоса, они цепляются за чешуйки кутикулы, мягко обволакивают волос и образуют полупрозрачную цветную пленку по всей его длине. Изменить цвет волос или закрасить седину оттеночные шампуни не могут. Они подчеркивают натуральный цвет, освежают его, придают яркость и блеск. Если седых волос немного, они будут эффектно выглядеть как более светлые прядки на каштановых волосах или рыжеватые на черных. Оттеночные шампуни смываются уже при втором-третьем мытье головы. Ими легко пользоваться в домашних условиях. Они оживляют и подлечивают волосы, делают их послушными, мягкими, устраняют тусклость.

Растительные красители не причиняют вреда волосам. Более того, они помогут избавиться от излишней жирности, неприятной перхоти, волосы станут гуще и толще, здоровее. Они не стойки и не позволяют сохранить равномерность цвета хотя бы на две-три недели. Каждое мытье головы удаляет часть краски, и волосы становятся пегими и неопрятными. Самые популярные относительно стойкие красители — это хна, красно-оранжевые листья лавсонии (*Lawsonia inermis L.*), и басма, зелено-серые листья индигоферы (*Indigofera tinctoria L.*). Хна окрашивает волосы в цвета от ярко-рыжего до золотистого. Басма самостоятельно не используется — вряд ли кому-нибудь понравятся сине-зеленые волосы. В смеси с хной она позволяет получить разнообразные оттенки коричневого. Если нужен черный цвет, волосы красятся в два этапа, сначала хной, потом басмой. В измельченную хну можно добавить отвар крепкого чая или кофе, тогда получится светло-каштановый цвет. Хна, разведенная в теплом кагоре, даст каштановый с вишневым оттенком, а на отваре коры крушины — темно-каштановый. Добавьте в хну клюквенный сок, им же перед окрашиванием смажьте и подсушите волосы — получится благородный цвет красного дерева. Волосы можно красить чайной заваркой, отварами зеленой кожуры грецких орехов, цветков липы, ревеня и луковой шелухи, кстати, она неплохо закрашивает седину на темных волосах.

Не просто блеск

В 80-е годы прошлого века появился новый вид окрашивания волос, полюбившийся не только представительницам пре-

После цвета — форма

красного пола, — мелирование, то есть осветление отдельных прядей, как говорили раньше, окраска «перышками». Цветное мелирование, или колорирование, — это не только обесцвечивание, но и окрашивание разных по ширине и толщине прядей. Оно бывает продольным, когда краска наносится по всей длине, и поперечным — прядь делится на несколько частей, и каждая окрашивается отдельно с постепенным переходом цвета от светлого к темному. Великолепного эффекта мерцающих бликов можно добиться, используя несколько оттенков одной цветовой гаммы. Яркие контрастные цвета выглядят стильно и эпатажно, но подходят больше для маскарада. Подобрать их может только опытный мастер-колорист. Мелированные волосы выглядят абсолютно естественно, зрительно они становятся объемнее и пышнее. Его можно делать реже, чем обычное окрашивание, поскольку отросшие корни не очень заметны на неоднородных по цвету волосах.

Мелирование с использованием крем-красок без предварительного обесцвечивания называется «мажимеш». Самый светлый тон, какой он позволяет получить, — золотистый, поэтому мажимеш применяют только на светлых волосах, а на темных будет попросту незаметен. Еще одна новинка парикмахерского искусства — балиаж, окрашивание только кончиков волос — замечательно выглядит на коротких стрижках.

Популярное сегодня ламинирование напоминает оттеночное окрашивание. На волосы наносится состав, молекулы которого не проникают внутрь, а оседают на чешуйках кутикулы и образуют на ней тонкую эластичную прозрачную пленку. Каждый волос становится похожим на кабель в изоляционной обмотке. Пленка плотно прижимает чешуйки кутикулы, защищает их от ультрафиолета. Ее антистатическое действие не позволяет волосам рассыпаться, как пух одуванчика, они становятся толще и объемнее, живее. В составы для ламинирования добавляются полезные вещества — белки, витамины, экстракты трав, а иногда оттеночные красители, подчеркивающие собственный цвет волос.

Волосы, подвергшиеся окраске, требуют особого внимания. Их надо мыть шампунями, предназначенными для поврежденных или окрашенных (что одно и то же) волос с высоким содержанием питательных веществ, белков, природного и морского коллагена, масел жожоба и авокадо. Ополаскиватель желательно брать той же марки, чтобы усилить их действие. Раз в неделю необходимо наносить на волосы питательную или увлажняющую маску. Можно воспользоваться недавно появившимися средствами в аэрозольной упаковке — пенками-кондиционерами, восстанавливающими структуру волос. Их наносят на чистые волосы и не смывают водой.

Волосы любят, чтобы их правильно расчесывали, не менее двух раз в день, расческой с гладкими, не очень частыми зубьями, закругленными на концах. Если есть возможность, перед сном хорошо помассировать кожу головы щеткой минут пять — десять. Это стимулирует питание волосяной луковицы и очищает волосы. Кожный жир от корней равномерно распределяется по всей длине волоса, отчего он становится блестящим, гладким и эластичным.

Не любят окрашенные волосы начесов, обилия сдавливающих заколок и шпилек, особенно невидимок, тесных головных уборов, слишком тугих хвостов и косичек — длительное натяжение уже травмированного волоса может привести к его гибели.

Окрашенные волосы как огня боятся горячего фена. По возможности давайте им высохнуть естественным путем.

Ослабленные волосы быстро реагируют на просроченные или низкого качества косметические средства. Для окрашенных волос — либо хорошее и дорогое, либо «по бабушкиным рецептам». Все остальное, скорее всего, выброшенные деньги. Обратите внимание на настои крапивы и настурции, календулы с касторовым маслом, почек тополя, отвары луковой шелухи и листьев плюща — все это оздоравливает волосы, благотворно сказывается на их структуре, уменьшает их выпадение и благоприятно для нервной системы в целом.

Укладку легко сделать с помощью стайлинговых средств — лаков, пенек, муссов, лосьонов, воска. Они хорошо фиксируют прическу, ведь волосы не всегда лежат так, как хочется вам, а стремятся обрести свойственную им форму и направление роста. Даже слабым, поникшим волосам они придают дополнительную мягкость, естественный блеск, эффект мерцающих бликов.

Самое распространенное, но не самое полезное средство — лак. Это спиртовой раствор различных смол — бензойной, канифоли. Лак покрывает внешнюю часть волос тонкой липкой пленкой, и они становятся на ощупь сухими и жесткими. Запах лака, обычно нейтральный, иногда неприятный, быстро выветривается. Хотя сейчас в лаки добавляют витамины и натуральные растительные экстракты бамбука, цветков кактуса, граната, белого чая, не стоит пользоваться ими постоянно.

Муссы, гели, пенки и лосьоны для укладки наносят на чисто вымытые, влажные волосы в небольшом количестве перед сушкой феном или накручиванием на бигуди. Они хорошо сохраняют заданный объем, форму локонов и отдельных прядей, направление волнистости густых волос, могут создать эффект «мокрых волос».

Воски хороши для чрезмерно сухих волос. Их делают из натуральных восков, например гидрогенизированного воска жожоба (то есть восковой фракции того самого масла, о котором все знают из рекламы), воска лаванды (это продукт переработки отходов эфирно-масличного производства), горного, или монтан-воска, с добавлением минеральных, растительных масел и ланолина.

Новые средства стайлинга — сыворотки на основе масел и высокомолекулярных кремнийорганических соединений (силиконов). Они образуют мягкую пленку на волосах, и те становятся гладкими и блестящими за счет дополнительного отражения света от ровной поверхности.

Психологи считают, что первое, на что люди обращают внимание при встрече, это волосы и прическа. Здоровые, ухоженные волосы символизируют жизненную энергию и силу, самодостаточность и позитивный настрой человека. Копна густых, шелковистых, благоухающих волос — прекрасная основа для создания прически. Ее выбор — дело тоже непростое. Хорошая прическа должна подчеркнуть достоинства лица, а недостатки, которые иногда отравляют жизнь, — торчащие уши, чересчур высокий лоб, большой нос — спрятать или так грамотно обыграть, чтобы они превратились в милую пикантную особенность. Например, локоны, зачесанные на виски, или косая челка, почти закрывающая глаз, зрительно уменьшают большой нос.

Как бы ни была хороша прическа, она не может существовать отдельно от вашей фигуры, роста, одежды. Дюймовочкам, так же, как и очень высоким женщинам, не стоит стричься коротко. Пожилые дамы должны руководствоваться правилом англичанок: «Чем старше мы становимся, тем короче стрижемся».

Классическому стилю одежды подходят скромные, гладкие простые прически с небольшой красивой волнистостью, а романтический облик надо подчеркнуть локонами, кудрями, асимметричной челкой, прядями, спадающими на лицо. Если вы надеваете маленькое короткое платье, объем прически должен быть небольшим, а широкие длинные юбки требуют пышных локонов, завитков и кудрей.

Как сказал знаменитый кутюрье, самая важная деталь прически — это женщина, которая ее носит. Не надо видеть в моде только моду, ищите в моде себя. Обращайте внимание лишь на то, что подчеркивает вашу собственную привлекательность, индивидуальность, неповторимость. И никогда не теряйте головы, чтобы не пришлось плакать по волосам.



Комары? Нет, спасибо!

Кандидат
технических наук
А.В.Разуваев

История с репеллентами

С незапамятных времен человеку известно, что укусы насекомых — это не только неприятные ощущения, но и вероятность инфекционного заболевания. Поэтому поиск способов борьбы с ними начался в глубокой древности. Самые первые способы — одежда из шелка, в которой не заводятся вши,

дым костра, отпугивающий летучих кровососов, занавески при входе в жилище. Однако гораздо интереснее и эффективнее химическая защита. Еще наши предки знали, что сок некоторых растений отпугивает кровососущих насекомых и паразитов: древние охотники и воины натирали себя, а также свою одежду и лошадей травами и соком различных растений,

содержащих природные репелленты. Для того же служили и многочисленные эфирные масла в составе кремов или благовоний, а потом — и духов

Репелленты почти безвредны для теплокровных, включая человека, а некоторые из них даже съедобны, как, например, древнейший репеллент — чеснок. Но в то же время они ядовиты для всех кровососущих, от обычных комаров, клопов и вшей до фантастических вампиров. Клещ никогда не сядет на зубок того же чеснока — возможно, этот факт и подсказал народной фантазии верное средство против графа Дракулы.

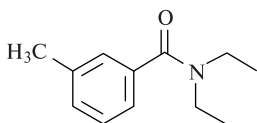
Однако постоянно носить ожерелье из чеснока неудобно, поэтому, как только химики научились синтезировать аналоги многих природных веществ, появилась возможность использовать для защиты от кровососов все преимущества промышленного химического производства.

Началом промышленной репеллентной обработки текстиля можно считать 30-е годы прошлого века, когда появились так называемые сетки Павловского. Академик Е.Н.Павловский фактически придумал накомарники: их делали из специальной сетчатой ткани, пропитанной летучими синтетическими веществами, которые отпугивали летающих насекомых, защищая от них лицо и шею человека.

Хорошо, но опасно

В 50-х годах наступила эра ДЭТА: для защиты от кровососущих насекомых военнотрудовой армии США (они тогда начали активно участвовать в войнах на территории Индокитая с его непростым для европейца климатом и непривычной энтомофауной) был разработан синтез очень эффективного отпугивающего вещества — диэтилтолуамида. На его основе во многих странах делали многочисленные мази, лосьоны, спреи для нанесения как на одежду, так и на руки или лицо человека. Изначально предназначенное для военных, средство ДЭТА полюбилось охотникам, рыбакам, туристам — в общем, всем тем, кто подолгу пребывает наедине с природой. Другим массовым репеллентом стал ДМФ — диметилфталат, основной компонент многих советских защитных препаратов от комаров.

Однако со временем токсикологи



Диэтилтолуамид



стали выяснять неприятные факты про этот препарат. Оказалось, что до 17% действующего вещества, оказавшегося на коже подопытной крысы, в конце концов попадают в ее кровь и могут оказать нежелательное воздействие на ее нервную систему. Если учесть, что содержание ДЭТА в креме или лосьоне может составлять 20—70%, при частом использовании препарата есть некоторая вероятность неприятных последствий. А мазать этим кремом открытые участки кожи человек, идущий по тайге где-нибудь в Сибири, должен каждые два-три часа. В Европе, конечно, нет надобности постоянно пользоваться кремом, и все же в 1998 году Агентство по защите окружающей среды запретило применять этот препарат для непосредственного нанесения на кожу. Продукция, содержащая ДЭТА, должна иметь маркировку «только для нанесения на одежду». Причем лишь на взрослую одежду — в США, Японии и странах Европейского союза детям до шести лет нельзя и на кофточку побрызгать препаратом, содержащим это вещество. Тем не менее ДЭТА — по-прежнему основной компонент более половины всех отпугивающих препаратов против кровососущих насекомых и клещей, но его доля постоянно, хоть и медленно, снижается. А что же взамен?

Современные инсектицидные средства должны не только оказывать прямое полезное действие, но и не иметь побочного вредного. По европейским стандартам, репеллентные препараты входят в число биоцидных средств, поэтому подлежат экологическому и токсикологическому контролю и нормированию в соответствии с «Европейской директивой по биоцидным продуктам 98/8/ЕС». В приложении к этой директиве содержится список всех разрешенных к применению в странах Евросоюза активно действующих веществ, но и во многих других странах ориентируются на документы Еврокомиссии, поскольку это облегчает торговлю.

Чтобы оказаться в этом списке, любой инсектицид, в том числе предназначенный для нанесения на ткань,

не должен быть ядовитым для человека, раздражать кожу или влиять на собственную микрофлору организма. Кроме того, он должен легко разлагаться в сточных водах и не быть токсичным для рыб и других представителей водной фауны.

Наиболее распространенные препараты для обработки текстиля — ДЭТА, ДМФ, синтетические пиретроиды и натуральные эфирные масла.

Пиретроид против ДЭТА

Итак, хотя препараты на основе ДЭТА и ДМФ, разработанные более полувека назад, до сих пор широко распространены, их потребление неуклонно уменьшается по экологическим причинам. Эфирные масла обладают неярко выраженным репеллентным эффектом — те, кто пользовался гвоздичным маслом для отпугивания комаров, знают, что спастись таким образом можно лишь от единичных экземпляров, а туче комаров оно не помеха. Кроме того, масла стоят дорого, поэтому их применение весьма ограничено. А вот пиретроиды оказались очень перспективной группой веществ. Давным-давно садоводы стали сажать для отпугивания огородных вредителей кустики пиретрума — растения, похожего на ромашку, с мелкими цветками и желтоватыми листьями. Наиболее ядовитая для насекомых далматская ромашка, *Pyrethrum cinerariifolium*. Порошок из соцветий этого растения, который так и назвали — пиретрум, оказался полезным также против домашних клопов. По названию растения свое имя получил и класс действующих веществ — пиретрины. Согласно Химической энциклопедии, пиретрины — сложные эфиры. В состав смеси, содержащейся в растениях, входят эфиры (+)-транс-хризантемовой кислоты и циклических кетоспиртов. Пиретрины — инсектициды контактного действия. Наиболее сильный — пиретрин I, который быстро всасывается в организм насекомого и поражает его нервную систему, нарушая процесс передачи нервных импульсов по аксонам.

Создать отпугивающий насекомых эффект можно различными способами

Первый — распыление (бытовые аэрозоли «Раптор» и другие) или испарение твердой субстанции при нагреве (пластины и спирали «Фумитокс») в жилом помещении. Основной недостаток — попадание субстанции в дыхательные пути человека и домашних животных. Действующее вещество и раптора, и фумитокса — аллетрин, один из синтетических пиретроидов первого поколения.

Второй — нанесение непосредственно на кожу человека в виде спреев, лосьонов, мазей. Основные недостатки — неизбежный контакт с кожей человека, непродолжительность действия (несколько часов).

Третий способ — обработка одежды спреями, гелями или твердыми летучими веществами, которые в процессе эксплуатации испаряются и тем самым обеспечивают репеллентный эффект. По сравнению с первыми двумя способами этот безусловно предпочтительнее с точки зрения экономии препарата и целенаправленности его действия (защиты текстиля как «второй кожи человека»). Продолжительность репеллентного эффекта в процессе эксплуатации невелика (один—два месяца). Чтобы обойти это ограничение, есть четвертый способ — длительная обработка препаратами, связывающимися непосредственно с волокном.

Его действие дополняет пиретрин II, вызывающий почти мгновенный паралич. Пиретрины I и II составляют около 70% природной смеси.

Синтетические пиретроиды представляют собой аналоги природных пиретринов, причем сходство отнюдь не в химическом строении, а в характере действия и его физиологических последствиях для насекомого. Вот, например, как работает один из часто применяемых для обработки тканей препаратов на основе перметрина, который производит швейцарская компания «Санитайзд». Его парализующий эффект обусловлен нарушением ионной проницаемости натриевых каналов и торможением процессов в нервных клетках насекомых. Эффективен в отношении комаров, различных москитов, головных и лобковых вшей, клопов, муравьев, блох, клещей (энцефалитных и чесоточных) и других эктопаразитов семейства членистоногих. Применяют перметрин для профилактики инфекционных заболеваний, чесотки, клещевого энцефалита, педикулеза (в том числе платяного). Находясь на текстильном материале, он оказывает тройное действие. Сначала препарат пытается отпугнуть врага, то есть воспрепятствовать посадке летающего насекомого или приближению ползающего. Если кровосос на предупреждение не отреагировал и все-таки попал на одежду, то перметрин проявляет себя уже как нервно-паралитическое средство: членистоногое теряет ориентацию в пространстве и не может понять, куда вонзаться свой хоботок. Дальнейшая его судьба печальна, через 5—10 минут наступает гибель — перметрин работает уже как инсектицид. При этом он малотоксичен

для теплокровных животных и в рекомендованных дозах не обладает раздражающим и сенсibiliзирующим действием. Для человека перметрин практически безвреден: классификация по ГОСТу 12.1.007-76 приписывает ему опасность от третьего до четвертого класса (умеренно опасный или малоопасный), причем третий класс — только при вдыхании паров.

Всего различают три поколения пиретроидов. Первое — это эфиры хризантемовой кислоты. Они наиболее изучены, обладают высокой инсектицидной активностью, но, как и природные пиретрины, легко окисляются на свету. С одной стороны, это хорошо — обеспечено требование быстрого разложения в окружающей среде, а с другой — такие вещества малопригодны для использования вне помещения. Поэтому их и применяют против бытовых насекомых.

Зачем нам инсектициды?

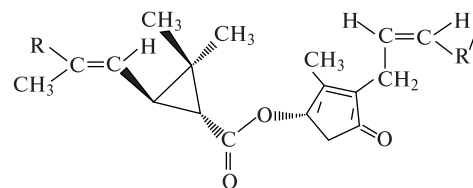
Сельское хозяйство — наиболее крупный потребитель инсектицидов, защищающих растения от вредителей.

Ветеринария применяет инсектицидные и акарицидные средства для защиты животных от блох и клещей. Владельцам домашних животных хорошо известны антиблошинные ошейники и противопаразитные шампуни.

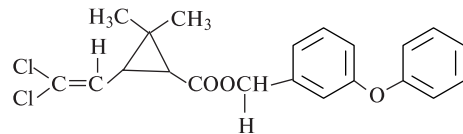
Санитарно-эпидемиологические службы, станции дезинфекции используют инсектицидные препараты для борьбы с домашними насекомыми, а также для стирки одежды (в том числе освобождения ее от паразитов).

Компании по производству продуктов питания с помощью биоцидных препаратов, в том числе инсектицидов, обеспечивают соблюдение необходимых санитарно-гигиенических требований в цехах и рабочих помещениях.

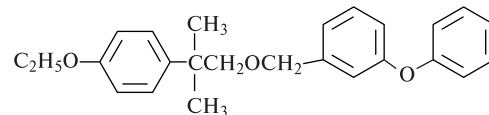
Текстильная и швейная отрасли промышленности применяют репеллентные средства (но пока еще, к сожалению, в крайне ограниченных объемах) при производстве специальной одежды.



Общая формула пиретринов: слева — эфир хризантемовой кислоты, справа — циклический кетоспирт



Перметрин содержит хлорпроизводную хризантемовой кислоты



Этофенпрокс обошелся без сложного эфира

Пиретроиды второго поколения — эфиры 3-(2,2-дигалогенвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоновых кислот. Именно к их числу принадлежит упомянутый выше перметрин. Эти соединения обладают широким спектром действия, то есть поражают не только кровососущих членистоногих, но и многих других насекомых, и при этом эффективны в очень малых дозах. Их активно используют в сельском хозяйстве для обработки хлопчатника и многих садовых культур. Перметрин, кроме того, нашел применение против бытовых насекомых, а также для обработки текстиля и упаковочных материалов. Однако эти вещества отличаются высокой токсичностью для пчел и рыб.

Пиретроиды третьего поколения могут и не содержать сложноэфирной группы (например, этофенпрокс): для пчел и рыб они наименее опасны.

Доля всех разновидностей пиретроидов на мировом рынке инсектицидов в 1987 году составила 22% по сравнению с 1% в 1976 году. По данным статистики, в 2008 году в Россию было ввезено около 160 тонн различных пиретроидов, в основном для нужд сельского хозяйства.

Одежда от комаров и клещей

Далее нас будет интересовать достаточно узкое, но крайне важное использование инсектицидов — обработка тканей. Делают это совсем не для того, чтобы защитить ткань от моли, а для защиты человека от инфекционных заболеваний, вызываемых кровососущими насекомыми. Есть два направления защиты: в быту и во время нахождения вне помещения. В первом случае речь идет о жилых и общественных зданиях, а также о транспорте, особенно когда это не личное жилье или автомобиль. Гостиницы, офисы, кафе и рестораны, вокзалы, аэропорты, поезда, самолеты — везде имеются предметы интерьера, покрытые тканями, которые могут послужить убежищем для разносящих болезни кровососов, прежде всего вшей и клещей. Борьба с ними — весьма актуальная задача, особенно с учетом глобализации: не трудно догадаться, что, когда люди перемещаются из одного конца света в другой, с ними перемещаются и разносчики экзотических болезней.

Другое направление — одежда и снаряжение. Они нужны лесникам, геологам, спасателям, пожарным, военным служащим, сотрудникам буровых, газовых месторождений и любителям активного отдыха, а также жителям лесных и заболоченных местностей.

Но особенно актуальна одежда, обработанная с репеллентом как профилактическое средство в периоды эпидемий клещевого энцефалита, а также других переносимых клещами болезней, причем не только в отдаленных таежных районах, но и в Европейской части России, и даже в Центральной Европе. Хорошо известно, что опасные клещи, переносящие возбудителей энцефалита или болезни Лайма, быстро увеличивают ареалы своего распространения в лесной зоне страны.

Во всех этих случаях перед создателем текстильного материала стоят две противоположные задачи. С одной стороны, вещество должно постоянно испаряться из ткани, создавая вокруг нее защитную атмосферу, отпугивающую или убивающую кровососов и паразитов. А с другой стороны, этот процесс должен быть медленным, желательно — растягиваться на меся-

цы, вещество не должно быстро вымываться из материала при стирке, а также не должно ничем пахнуть. И само собой разумеется, это вещество обязано быть безвредным для человека и быстро разлагаться в окружающей среде.

Чтобы решить эти задачи, есть два способа. Первый — держать одежду до использования в герметичной упаковке, где она пропитывается парами действующего вещества. Так поступает, например, американская компания «Palsa Outdoor Products», поставляющая специальное туристическое снаряжение. В продажу одежда поступает в герметичной упаковке с вложенной кассетой, содержащей летучий препарат на основе ДЭТА. На пути к потребителю она пропитывается парами репеллента, а после вскрытия упаковки сохраняет репеллентные свойства в течение от одного до полутора месяцев. Потом она от кровососов спасать перестает, если только не попытаться пропитать ткань снова с помощью другой кассеты.

Другой способ — закрепить инсектицид на ткани с помощью химической связи. На этом принципе построена технология, недавно запатентованная исследователями из ивановского Института химии растворов РАН. Материал обрабатывают в две стадии — сначала на текстильном предприятии пропитывают раствором специального модификатора репеллента и сушат. Модификатор можно наносить и как отдельное вещество, и как элемент заключительной обработки, придающей ткани, например, огнезащитные свойства или снижающей ее усадку. Вторая стадия обработки проходит после пошива готового изделия: аэрозольным методом наносят репеллент на основе ДЭТА, а потом сушат без нагревания. В герметичном пакете костюм можно хранить три месяца, а после извлечения он отпугивает кровососов два месяца — примерно столько и длится опасный сезон для людей, работающих в тайге. Сейчас экспериментальные образцы испытывают сотрудники ЗАО «Архангельскгеологоразведка».

Для обработки ткани перметрином швейцарские химики из компании «Санитайзед» предложили одностадийный способ. Ткань пропитывают раствором препарата так, чтобы его концентрация была 4–6% от массы сухого материала. Добавка самосшивающегося связующего (в концентрациях 50–100 г/л) позволяет сохранить перметрин на ткани даже после многократной стирки, однако для этого надо нагреть пропитанную ткань на полминуты до 150°C, тогда полимерное связующее прочно закрепится



ТЕХНОЛОГИИ

на волокне. При таком нагреве часть действующего вещества неизбежно улетит, однако при тщательном соблюдении всех технологических параметров процесса выполняются самые жесткие требования по репеллентному эффекту, которые предъявляет Федеральное ведомство Германии по военной технологии и поставкам: количество перметрина на ткани — 1300 ± 300 мг/м², а после 25 стирок остается не менее 300 мг/м², что еще обеспечивает репеллентный эффект на минимально допустимом уровне. Данный вид обработки не имеет ограничения по сроку действия (связанного, как в предыдущих случаях, с летучестью препарата), он сохраняется на протяжении всего срока службы изделия. Готовое изделие не требует герметичной упаковки и не имеет запаха. Не случайно обработанную таким способом полевую одежду приняли на вооружение в частях бундесвера. Впрочем, не только немецкие военные могут воспользоваться этим достижением химиков в деле защиты от кровососов: в Интернете можно найти, например, легкие финские костюмы с перметрином, выдерживающие пятьдесят стирок. Правда, стоят они совсем недорого — более 12 тысяч рублей.

В России ткань, обработанную по технологии «Санитайзед», то есть с «пришитым перметрином», выпускает расположенный в Пермском крае комбинат «Чайковский текстиль» — одно из ведущих отечественных предприятий, изготавливающих ткани для спецодежды. А немецкая компания «Комацо», построившая фабрику по выпуску нижнего белья в Тихвине (Ленинградская область), планирует запустить в производство и трикотаж с тем же пришитым перметрином. Если эти планы сбудутся, появится возможность защититься от клещей не только профессионалам, но и простым гражданам, направляющимся на прогулку в лес.

Одежда для БАМа



АРХИВ

В середине семидесятых годов, когда началось освоение газовых и нефтяных месторождений Сибири, а также строилась Байкало-Амурская магистраль, возникла задача создания защиты от таежных кровососов: не только комаров и клещей, но и гораздо более неприятных гнуса и мошки. Были созданы многочисленные лосьоны и кремы с ДЭТА и ДМФ и придумана особая одежда. Вот, например, рассказ об одном из успешных опытов советских химиков, опубликованный в февральском номере «Химии и жизни» за 1976 год.

Летом 1975 года на трассе Байкало-Амурской магистрали 200 добровольцев испытывали одежду, специально изготовленную для них в Московском текстильном институте и Всесоюзном научно-исследовательском институте дезинфекции и стерилизации. Эта одежда, точнее — рубашки, была сделана из ткани, которой придали свойства репеллента. Первые испытания прошли успешно.

Корреспондент «Химии и жизни» попросил лауреата Государственных премий профессора **Захара Александровича Роговина**, в лаборатории которого был создан новый материал, рассказать об этом необычном эксперименте.

К рубашкам, которые испытывались на БАМе, было предъявлено требование: они должны защищать от гнуса. Какая это напасть — гнус — рассказывать, наверно, не надо. Каждый, кто хоть раз побывал в местах обитания гнуса, запомнит атаки мириадом этих летающих насекомых, от которых, кажется, нет никакого спасения.

Люди защищаются от гнуса, надевая толстые брюки, ватники, рубашки из двуслойной ткани. Лицо закрывают специальными масками, открытую кожу обильно смазывают репеллентами — жидкостями, отпугивающими мошкару. Эти меры дают свой эффект, но попробуйте на жаре работать в толстых брюках и плотной рубашке. Да и на теле остается слой густой маслянистой смазки, которая мешает коже дышать, вызывает раздражение.

В нашей проблемной лаборатории доктор химических наук А.Д.Вирник и младший научный сотрудник С.Б.Красовская решили попытаться сделать обычную тонкую ткань, наделенную свойствами репеллента. Выбор остановился на вискозном волокне, обладающем хорошими гигиеническими свойствами.

Мне приходилось уже рассказывать в «Химии и жизни» о разнообразных

превращениях, которые претерпевает в нашей лаборатории целлюлоза. Этот самый распространенный в природе, дешевый и доступный полимер с помощью химических прививок можно наделить свойствами, которых он лишен в естественном виде. <...> А вот теперь появились репеллентные волокна.

Как мы все это делаем? Мы прививаем к целлюлозе такой мономер или полимер, химические группы которого способны, в свою очередь, присоединять к себе еще какое-нибудь вещество. Получается гибридное волокно, где соединены природная целлюлоза как исходный продукт и синтетический «носитель», к которому можно подвесить то или иное вещество. Мы же решили химически присоединить репеллент к волокну. Конечно, тут были свои сложности. Во-первых, надо было подобрать такой репеллент, который содержит активные группы, способные реагировать с полимерами-носителями, привитыми к целлюлозе. Такой репеллент мы отыскали, им оказался карбоксид (N,N-бис-(гексаметилен) мочевины). Кроме того, важно было узнать то, что пока вообще неизвестно: а как именно репеллент отпугивает насекомых? Если его действие основано на запахе, то химическая прививка лишит его молекулы подвижности и средство действовать не будет. Если принцип иной — может что-то получиться.

И, знаете, получилось. По-видимому, дело не только в запахе.

Итак, мы присоединили к целлюлозе репеллент карбоксид. Соединение оказалось довольно прочным. Ткань выдерживает четыре-пять стирок, в отличие от тканей с обычной пропиткой, которые вообще нельзя стирать. А больше четырех-пяти стирок за сезон и не требуется.

Сначала мы испытывали нашу ткань в лаборатории. Знаете, это очень забавный эксперимент. Большую помощь оказали в нем блохи. Эти насе-

комые служат индикатором свойств ткани. На самом деле — как определить, отпугивает ткань гнуса или нет? Во Всесоюзном научно-исследовательском институте дезинфекции и стерилизации, в лаборатории доктора медицинских наук В.П.Дремовой, с которой мы вели эту работу, есть специальная установка. Вы помещаете в эту установку образец обычной ткани и запускаете туда, например, сто блох. Они режутся и спокойно садятся на ткань. Затем образец заменяется на ткань с привитым репеллентом. Блохи не садятся! Правда, не бывает, чтобы все 100 блох не сели на ткань. Но из сотни садятся, скажем, пять. Отсюда мы делаем вывод, что эффективность ткани 95%. Это к слову о том, что и ловля блох бывает полезной.

Когда мы окончательно убедились, что наша ткань обладает свойством отпугивать насекомых, мы приступили к эксперименту.

Сначала первые образцы одежды из репеллентной ткани испытывали в Норильске. А затем мы решили предложить их строителям БАМа. По нашему заказу из модифицированного целлюлозного материала изготовили 200 рубашек. Сама ткань еще не обладала свойствами репеллента, поэтому уже готовые рубашки обработали раствором карбоксида (репеллент из раствора присоединился к модифицированной целлюлозе).

А потом рубашки отправились на БАМ — на испытания. 200 добровольцев — рабочих БАМа и студентов нашего института испытывали эту одежду около станции Тынды. Все прошло хорошо. Это подтвердили не только испытатели, но и врачи, и токсикологи, контролировавшие наш эксперимент. Есть еще, конечно, возможность усовершенствовать эту одежду. И мы этой возможности не упустим. На следующий год запланирован еще более широкий эксперимент — будет считаться уже тысяча рубашек. А 1977 год, можно надеяться, станет годом, когда мы поставим строителям БАМа массовые партии новой рабочей одежды.

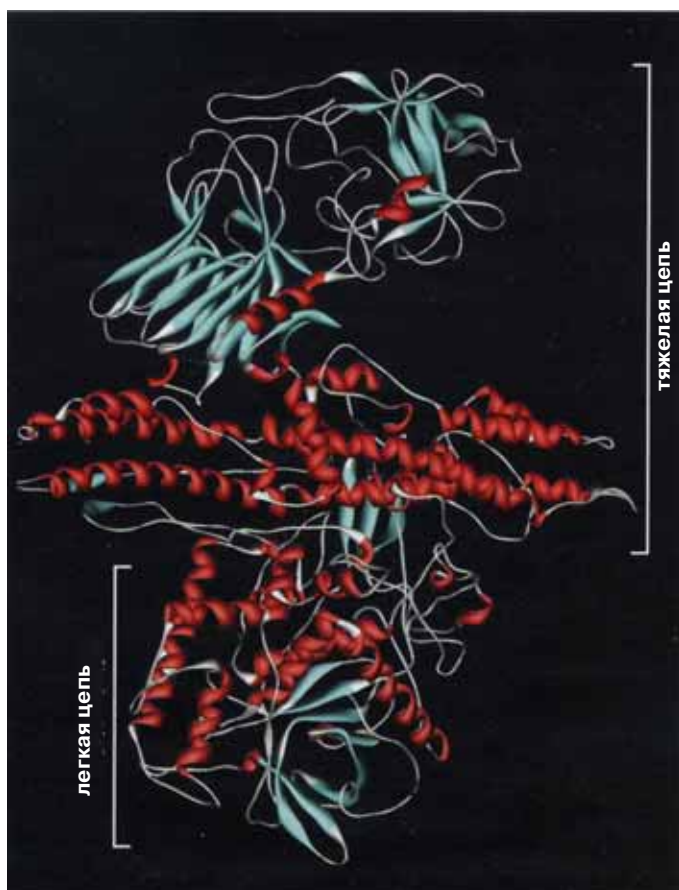




Колбасный яд как средство омоложения

В.Лешина

Официально ботулизм зафиксировали и описали в конце XVIII — начале XIX века. Известен, например факт, что в 1793 году на юго-западе Германии, в Вюртемберге, заболели 13 человек, съевших кровяную колбасу, и шестеро из них умерли. Многочисленные случаи отравления и гибели зафиксированы во время войны Германии с Наполеоном. Скорее всего, и раньше в истории неоднократно случалось нечто подобное, но прямых документальных подтверждений этому практически нет. Большой вклад в изучение заболевания внес немецкий врач Юстиниус Кернер (1786—1862), который большую часть жизни посвятил изучению ботулинического токсина — он называл его «колбасным ядом». Кернер экспериментировал на себе и на животных, подробно описал симптомы заболевания (болезнь получила свое название от латинского *botulus* — колбаса) и сделал вывод о том, что токсин нарушает передачу импульса в волокнах периферической и автономной нервной систем. В России в XIX веке также описаны похожие случаи отравления, но их связывали с употреблением соленой и копченой рыбы. Выделил и описал возбудитель, бактерию *Clostridium botulinum*, в 1895 году



1
Молекула ботулотоксина

бельгийский бактериолог Эмиль ван Эрменгем, обстоятельно исследовавший массовое отравление ветчиной.

В природе эта бактерия встречается повсюду. Она живет в почве, навозе, воде, придонном иле, а потому оказывается в грибах, овощах, фруктах, рыбах и животных. Сама по себе *Clostridium botulinum* и ее споровидная форма, которая образуется при неблагоприятных условиях, отравления не вызывают, поскольку для размножения бактерий и производства токсина нужна бескислородная среда. Другое дело, когда бактерии или споры попадают в рану, где могут создаться нужные условия (раневой ботулизм), или в кишечник младенца возрастом до шести месяцев (из-за особенностей его кишечной микрофлоры там тоже возможно размножение клостридий). Ботулизм новорожденных описан у детей до года, находящихся на искусственном вскармливании смесями, которые содержали мед, — предполагают, что споры ботулизма заносятся в нектар, перерабатываемый пчелами. С этим связывают даже какую-то часть внезапных смертей новорожденных.

Споры бактерии могут храниться в спящем состоянии очень долго, пока для них не создадутся благоприятные условия. Тогда спора превращается в вегетативную форму бактерии и начинает активно размножаться, выделяя токсин, который становится причиной страшных отравлений. Причем только четыре типа *Clostridium botulinum* из семи — А, В, Е и реже F — вырабатывают опасный для человека токсин. (Продукты жизнедеятельности остальных трех типов — С, D и G — безвредны.) Чтобы отравиться, надо съесть продукт, зараженный спорами или бактериями, который хранился в условиях, благоприятных для их размножения.

Благоприятные условия — это, как уже упоминалось, практически полное отсутствие кислорода и температура 28—35°C. Поскольку в процессе жизнедеятельности бактерий

выделяется газ, то крышка консервов при этом часто вздувается (к сожалению, это заметно не всегда). Вегетативную форму бактерии можно убить, прогрев ее при температуре 80°C в течение 30 минут (или пять минут прокипятив), но в таких экстремальных условиях клостридии образуют споры, которые невозможно уничтожить даже шестичасовым кипячением при 100°C. Поэтому если продукты плохо помыты, возбудителя ботулизма домашней стерилизацией не возьмешь. Как только условия снова станут благоприятными, споры опять превратятся в вегетативные формы и начнут выделять ботулотоксин.

У автора этой статьи было ошибочное представление, что в маринованных консервах возбудителей ботулизма не бывает. Уксус действительно замедляет размножение бактерий, но в домашние консервы его много не кладут. Между тем только рН меньше 4 гарантирует безопасность (около 30 г чистой уксусной кислоты на литр воды), а это настолько кисло, что вряд ли вкусно и полезно. Есть поверье, что надо хорошо посолить и добавить специи — опять-таки нет, токсин выдерживает даже 18% поваренной соли. (Кстати, именно поэтому соленые грибы надо хранить в неплотно закрытой таре и в холодильнике.) Сразу скажем, что, даже если бактерии размножились и выделили ботулотоксин, его можно обезвредить тридцатиминутным кипячением. Поэтому при малейшем подозрении нужно прокипятить содержимое вскрытой консервной банки полчаса перед употреблением. Еще в начале XIX века немецкие врачи отмечали, что тяжесть заболевания зависит от степени прожарки кровяной колбасы.

Если когда-то отравления были связаны только с ветчиной, колбасой и рыбой, то в XX веке, когда все начали активно консервировать продукты, именно они стали основной причиной ботулизма. Сейчас в России половина случаев вызваны отравлением грибными консервами, на втором месте мясные продукты, рыба домашнего приготовления и единичные случаи — маринованные помидоры, баклажаны и другие овощи. В основном это домашние консервы, поскольку промышленные автоклавируют при повышенной температуре 120°C, а при таких условиях бактерии и споры погибают за 15 минут. В домашних же условиях — чуть небрежно помыли, приготовили «мягкий» маринад, закатали, чтобы обеспечить анаэробные условия, а потом еще хранили не в холоде, а в хорошо отапливаемом помещении — все эти вольности в обращении с рецептами могут закончиться очень грустно.

Впервые «Химия и жизнь» писала про ботулотоксин еще в 1969 году (№ 8). В статье говорилось, что точная формула этого самого сильнодействующего бактериального яда неизвестна. С тех пор молекулярная биология сделала огромные успехи, и теперь подробно описан молекулярный механизм действия всех четырех типов опасных ботулинических токсинов. Сегодня их, с одной стороны, относят к бактериологическому оружию, а с другой стороны, используют в медицине. И болезнь, и лечение базируются на одном принципе: паралич мышц.

Лечение

Если вы съели неправильные грибочки или еще что-то такое же вкусное, содержащее ботулотоксин, то симптомы появятся спустя продолжительное время, от 12 часов до трех дней. На желудочно-кишечные симптомы полагаться не надо, их может и не быть. Основное — это неврологические и мускульные симптомы: общая слабость, незначительная головная боль, позже появляются нарушение зрения, глотания (паралич мягкого неба), из-

менение голоса. Все предметы видятся как в тумане, в глазах может двоиться. Если больного срочно не госпитализировать, то возможна смерть от паралича дыхательной мускулатуры и сердечной мышцы. Парализованные мышцы полностью восстанавливаются только через несколько месяцев.

Пока врачи срочно идентифицируют, каким именно типом токсина отравился больной, его подключают к аппарату искусственной вентиляции легких. Когда серотип токсина определен, больному вводят противоботулиническую сы-

воротку, что, собственно, и является основным лечением. Иногда применяют антибиотики, однако нет ни одного доказательства их эффективности. Сыворотку получают из крови лошадей, но есть и человеческий противоботулинический иммуноглобулин из донорской крови. Существует вакцина против ботулизма, правда, ее используют очень редко — для формирования иммунитета у персонала лабораторий, работающего с ботулиническим токсином, и военных.

Токсины — это яды биологического происхождения, которые выделяют не только бактерии, но и многие животные (скорпионы, змеи, пауки, насекомые), а также растения. Если мишень ядов — центральная и периферическая нервная система, то их называют нейротоксинами. Именно к ним относится ботулотоксин.

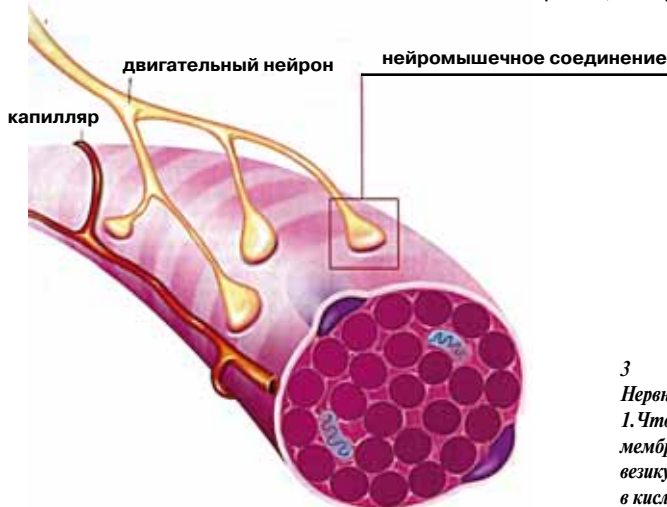
Как оказалось, ботулинический токсин — это огромный белок с протеолитической активностью, то есть умеющий расщеплять некоторые белки-мишени (какие — подробно расскажем ниже). Огромная молекула токсина состоит из двух частей, соединенных дисульфидным мостиком: одна часть — тяжелая цепь, которая позволяет проникать яду в нервные клетки, и вторая, легкая цепочка, — собственно яд (рис. 1). Получается, что ядовитая часть окружена другими нетоксичными составляющими, которые защищают ее от агрессивного воздействия пищеварительного тракта.

После того как ботулинический токсин попадает в пищеварительный тракт, он в том же самом виде проходит через слизистую желудка или кишечника (механизм трансцитоза) и попадает в кровяные или лимфатические сосуды, которые доставляют его к цели — нейромышечным соединениям. Мышечные волокна связаны с периферической нервной системой двигательными нейронами, которые имеют большое количество нервных окончаний (рис. 2). Место соединения такого нервного окончания и волокна и называют нейромышечным соединением (или в общем смысле — синапсом).

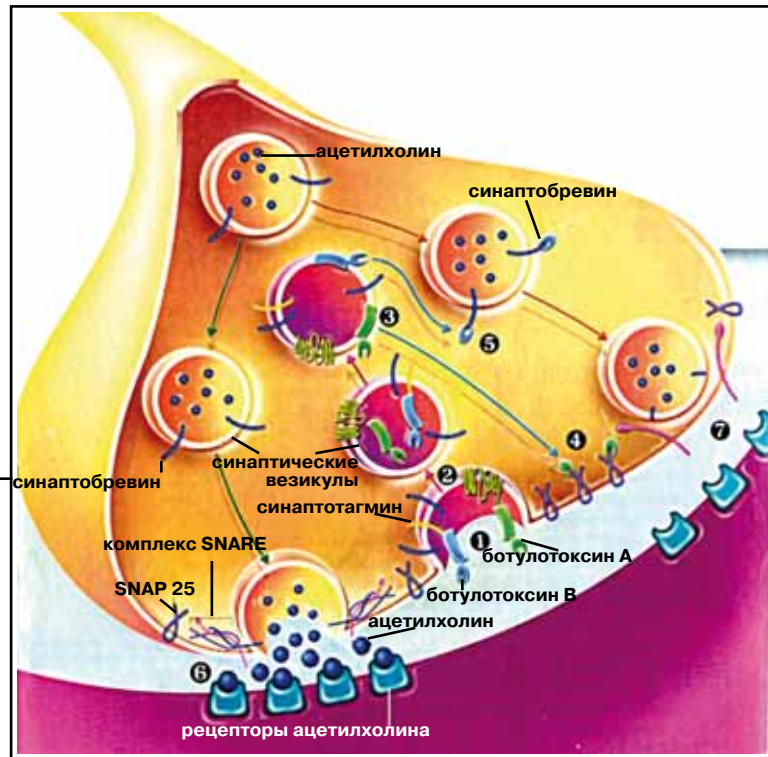
В норме мускульные сокращения, которые осуществляют все движения человеческого тела, происходят следующим образом. Сначала двигательный, или моторный, нейрон

проводит нервный импульс. Добежав до мембраны нейрона, прилегающей к синапсу, этот импульс провоцирует высвобождение нейромедиатора ацетилхолина, который выходит в пространство, отделяющее нейрон от мышечного волокна. Ацетилхолин прикрепляется к своему рецептору на мембране мышечной клетки. Это действие запускает каскад реакций, заканчивающийся сокращением мышечных волокон.

В 1980-х годах сразу несколько научных коллективов доказали, что ботулинические токсины мешают высвобождению ацетилхолина. Они это делают в четыре этапа: сначала связываются с рецептором на мембране нейрона, потом заходят внутрь клетки, как троянский конь (пузырек с биомолекулой внутри, так называемая синаптическая везикула, втягивается в клетку). В цитоплазме нейрона токсин выходит из везикулы



2 Мышечные волокна связаны с нервной системой двигательными нейронами, каждый из которых имеет множество нервных окончаний. Сигнал от нервных окончаний к мышцам передается через нейромышечное соединение. Токсины нарушают эту передачу



3 Нервное окончание

1. Чтобы войти в нервное окончание, ботулинический токсин связывается с белками нейронной мембраны: токсин А с SV2, а токсин В — с синаптотагмином. 2. Образуется синаптическая везикула, внутри которой токсины попадают в клетку. 3. Токсины меняют свою конформацию в кислой среде везикулы, и легкая цепь токсина (яд) выходит наружу. 4–5. Она поражает белок-мишень. Токсин А расщепляет SNAP 25, а В — синаптобревин. 6. В обычном режиме эти белки образуют комплекс (SNARE), который обеспечивает слияние других синаптических везикул, содержащих ацетилхолин, с мембраной нейронов. После слияния ацетилхолин высвобождается в синаптическую щель и прикрепляется к рецепторам, расположенным на мышечных волокнах. 7. Токсины блокируют это слияние, ацетилхолин не высвобождается, и сигнал к мышечным волокнам не проходит

Бактериологическое оружие

К опасным биологическим агентам относят как вирусы (оспу, геморрагическую лихорадку), так и бактерии (чуму, сибирскую язву, туляремию...) и токсины (сакситоксин, рицин, ботулинический токсин). Ботулинический токсин чрезвычайно ядовит, его сравнительно легко производить, он не заразен (хорошо для того, кто его применяет), от него практически не делают прививки, и симптомы отравления появляются довольно быстро. Это заставило в конце 2001 года Американский центр по контролю и профилактике заболеваний включить ботулинический токсин в категорию А, как вещество повышенного биологического риска. Считают, что его летальная доза — три нанограмма на килограмм веса при внутривенном введении, поэтому токсин ботулизма — опаснейшее бактериологическое оружие. По некоторым оценкам, меньше килограмма хватит, чтобы отравить все человечество. Им могут заражать источники питьевой воды, пищу или распылять его в виде аэрозоля. К настоящему времени было сделано очень мало попыток его боевого использования, и они, к счастью, не привели к летальным исходам. Например, японская секта Аум Сенрике несколько раз пробовала распылить в Токио ботулотоксин, равно как и споры сибирской язвы



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

и на последнем этапе разрушает свою цель — белки, которые нужны для высвобождения нейромедиатора ацетилхолина. Если последний не высвобождается, то нервный импульс не передается и мускул остается неподвижным! Этот механизм напоминает действие столбнячного токсина, за одним исключением: столбнячный токсин не поражает двигательный нейрон, а вмешивается в передачу импульса на предшествующем этапе, блокируя производство нейромедиатора.

В чем разница между ботулиническими токсинами разных типов? Оказалось, что результат один, но действуют они все же немного по-разному. Какие цели поражает каждый из них, начали выяснять только в начале 1990 годов (рис. 3). Оказалось, что разные ботулотоксины связываются с разными рецепторами на мембране нейрона. Токсины А и Е цепляются к мембранному белку SV2, а токсин В — к трансмембранному белку синаптотогмину (это доказала группа Эдвина Чапмана из университета Висконсина, США). Когда токсин оказывается внутри синаптической везикулы и с ее помощью проникает в клетку, содержимое пузырька закисляется, что позволяет легкой ядовитой цепи выйти наружу.

В начале 1990-х годов исследователи под руководством Цезаря Монтекуко из университета Падуи (Италия), а за ними и другие коллективы показали, что яд внутри клетки расщепляет белки SNARE (это целая группа белков), благодаря которым синаптическая везикула сливается с мембраной нейрона и высвобождает свое содержимое — ацетилхолин. В нормальном режиме белки SNARE организуются в комплекс, он приближается к мембранам пузырьков и нейронам и способствует их слиянию. Именно этот этап блокируют ботулотоксины, причем каждый из них расщепляет один (иногда два) белка SNARE. Токсины А, С и Е разлагают SNAP-25 (белок мембраны нейрона), токсины В, D, F и G инактивируют синаптобrevин (белок синаптического пузырька), а токсин С еще дополнительно удаляет синтаксин (компонент белкового комплекса SNARE). Во всех случаях результат один: синаптическая везикула не может слиться с мембраной нейрона, ацетилхолин не высвобождается и мышечные волокна не сокращаются.

Тот же самый парализующий эффект используют в медицине, причем довольно давно, еще с тех времен, когда молекулярный механизм действия токсина был не совсем понятен. Медициническое применение нашли в первую очередь два типа токсинов — А и В. Инъекции ботулинического токсина делают местно, чтобы расслабить группу мышц, чрезмерно активированную двигательными нейронами. Какой именно токсин вводят и в каких дозах, зависит от конкретной патологии.

Первым ботулотоксин применил американский офтальмолог Алан Скотт (в начале 1980-х годов). Он вводил микродозы очищенного токсина в орбитальную мышцу глаза для лечения блефароспазма (спонтанного и неконтролируемого подергивания век). А еще он исследовал влияние токсина на нистагм (очень частые движения глазных яблок), лицевой гемиспазм (непроизвольные сокращения мимических мышц), спастическую кривошею (патологическое напряжение мышц шеи) и спастические болезни ног.

Сегодня у ботулинического токсина спектр применения гораздо шире — не только в офтальмологии и неврологии, но и в дерматологии, гастроэнтерологии, а также для разных видов обезболивания. В офтальмологии токсин А используют в качестве альтернативы нехирургическим методам лечения косоглазия. Его вводят при писцевом спазме (первые три пальца у профессиональных писцов сводит судорога), спастической кривошее, лицевом гемиспазме. Применение ботулинических токсинов не ограничивается только скелетными мышцами, теперь уколы делают в пищевод в случае нарушения его двигательной функции, в анальный сфинктер при лечении трещин либо в область потовых, слезных или слюнных желез, чтобы уменьшить их деятельность.

Понятно, что любое лечение ботулиническим токсином — это временная мера, поскольку «отравленные» нейроны восстанавливают свою функцию через несколько месяцев. Если симптомы появляются вновь, то уколы делают снова. Это касается и инъекций ботокса в эстетической медицине: он только временно убирает морщины, расслабляя мышцы лица, а потом все возвращается в прежнее состояние.

Ботулинический токсин — ценный инструмент для исследований. С его помощью удалось расшифровать механизм высвобождения нейромедиаторов, он помог установить роль белков SNARE в синаптических везикулах — внутриклеточных органоидах, в которых транспортируются нужные вещества. Поскольку механизм проникновения токсинов ботулизма в клетку теперь хорошо известен, есть идея использовать их как векторы лечебных молекул. Например, можно попробовать заменить легкую цепь, содержащую яд, на лекарственную молекулу (ДНК, фермент, пептид). Тогда токсин будет так же активно связываться со своим рецептором на мембране нейрона и внедряться внутрь, протаскивая за собой лекарство.

Ботулотоксин уже прошел за 200 лет большой путь от страшного колбасного яда, которого все боятся, к уколам красоты, о которых многие мечтают. Но вполне возможно, этот яд еще преподнесет нам неожиданные сюрпризы.



Расчеты манящего краба

Что первично: научная проблема или объект исследования? Бывает по-разному. Иногда объект специально подбирают для решения определенной задачи, а иногда он сам мечется под ногами, подавая знаки естествоиспытателям. Таковы, например, манящие крабы, исследованием которых в Австралийском национальном университете (Канберра) занимается целая лаборатория под руководством Патрисии Бекуэлл. Свое название манящие крабы получили потому, что их самцы привлекают внимание подруг, размахивая очень большой и яркой спецклешней (вторая нормального размера). Вот и Патрисия не устояла.

Расхваливая свой объект, доктор Бекуэлл отмечает, что это идеальные для изучения животные, поскольку их легко найти, поймать и пометить, манипулировать с ними и наблюдать за их поведением, которое, оказывается, не так хорошо изучено, как можно было бы ожидать. Существует около сотни видов манящих крабов, из которых примерно 20 живет у австралийских берегов, но ученые работали на Занзибаре, выбрав для наблюдения кольчатонного манящего краба *Uca annulipes*. Эти существа размером 2—3 см обитают в приливной зоне, где питаются мелкими беспозвоночными и детритом. Прилив они пересаживают в запечатанных норках, а во время отлива вылезают и ведут активную жизнь: едят, знакомятся с дамами, выясняют отношения с соседями и воюют с бездомными собратьями по виду, посягающими на их территорию. Без норки манящему крабу никак — это его приливубежище, и у каждой особи, независимо от пола, должна быть своя. Но в сезон размножения самка покидает насиженное место и отправляется на поиски суженого. Манящие крабы живут плотными смешанными колониями, и все окрестные самцы, претендующие на бредущую по берегу невесту, машут ей клешнями. Дама выбирает того, у кого клешня больше и кто чаще ею размахивает, причем главным критерием служит все-таки частота, а не размер. Если внешние параметры самку устраивают, она инспектирует норку самца, потому что инкубация икры происходит



Самка *Uca annulipes* никого не привлекает, она выбирает

на отцовской площади. Казалось бы, половое поведение манящих крабов описано подробнейшим образом, но дело в том, что оно смертельно опасно для самцов, и Патрисию Бекуэлл заинтересовало, до какой степени крабы готовы рисковать жизнью ради продолжения рода.

Это только в сказке принцесса сама стучится в дверь. Далеко не все самки манящих крабов в период размножения готовы участвовать в процессе, поэтому дама достается не каждому самцу. У крабов-женихов огромный конкурс, более двадцати самцов на место, а у близкородственного вида *U. mjoebergi* — не менее 45, поэтому желающие в нем преуспеть должны махать изо всех сил. Однако такие сигналы заметны не только самке, но и проходящим мимо бездомным претендентам на норку, а главное — птицам, которые во время отлива бродят по песку, склевывая беспозвоночных. Манящие крабы чаще становятся их жертвой именно тогда, когда заняты ухаживанием. Кроме того, визуальная сигнализация требует больше времени и сил, чем звуковая. Если у

U. annulipes мало еды, это немедленно сказывается на частоте его призывов. Переусердствовавшие самцы могут ослабеть настолько, что им будет уже не до размножения. Следовательно, в выигрыше останутся те, кто правильно рассчитывают силы, умеют и самку привлечь, и незамеченными остаться.

Биологи за точное знание. Австралийские исследователи поставили натуральный эксперимент, в котором подсчитали частоту взмахов у самца, затерянного в толпе других претендентов, и у него же в отсутствие конкуренции. Ученые находили на пляже группу из двух — пяти самцов и удаляли всех гуляющих самок в радиусе 50 см. Затем они выставляли самку-приманку. Бедняжку привязывали к колышку, воткнутому в грунт, приклеенной к панцирю коротенькой ниточкой, на расстоянии 10 см от группы самцов. Затем исследователь вставал над колонией, и перепуганные крабики прятались в свои норки, которые наблюдатель быстро закрывал крышками от бутылок. Открытой оставляли лишь

одну норку, спустя две минуты ее хозяин вылезал и принимался подавать сигналы даме, а исследователи в это время считали, сколько взмахов он сделает за 30 секунд. Во втором эксперименте самцов также вспугивали, но крышечки ставили на грунт, оставляя все норки открытыми. В этом случае самке махали несколько самцов, однако исследователи наблюдали за тем же крабом, что и в первом эксперименте.

Ученые подсчитали частоту взмахов 50 самцов в 50 различных группах и обнаружили, что чем больше у краба конкурентов, тем активнее он размахивает клешней. Если сосед один, частота взмахов составляет в среднем около 14 в минуту, если четыре — немногим больше 20, причем этот показатель не зависит от размеров соседей и расстояний до их норок. Зато в отсутствие конкуренции самец делает всего 11,5 взмахов в минуту, то есть примерно на 30% меньше, чем в группе.

Вообще-то самцам выгодно вести себя активно независимо от уровня конкуренции. Самка манящего краба — невеста разборчивая, выбирая жениха, она просматривает не менее 24 кандидатур и проходит около 28 метров — значительное расстояние, если учесть размеры ее тела. Так что шансы залучить даму у манящих крабов невелики. Если она уйдет, это навсегда, и самец делает все возможное, чтобы его заметили и оценили с первого взгляда. Надо махать, однако на практике риск, связанный с чрезмерным размахиванием, может свести на нет все полученные выгоды. Поэтому краб соизмеряет свою активность с уровнем конкуренции и не усердствует сверх необходимого.

Почти так же ведут себя и виды, подающие звуковые сигналы. Активность их ухаживания возрастает в присутствии других самцов. Например, чем больше вокруг серых древесных лягушек (*Hyla versicolor*), тем чаще они квакают. Однако подобных наблюдений за видами, которые используют визуальную сигнализацию, очень мало.

Самцы *U. annulipes* экономно тратят силы не только на ухаживание, но и на другую важную задачу, которую им приходится решать, — защиту норки. Хозяева норок прогоняют бездомных крабов, которые посягают на их владения, а также выясняют отношения с соседями, отстаивая границы территории. Делают это крабы тоже с помощью клешней. Начинают они со взаимных угрожающих жестов, затем толкаются и наконец сжимают друг друга клешнями и борются, пока проигравший не отступит. Бродяги представляют большую опасность, чем соседи, поскольку поражение в столкновении с ними означает потерю участка, в то

время как проигрыш соседу, который уже имеет убежище и стремится расширить кормовые угодья, приводит лишь к небольшому сокращению территории. Представители многих видов воевали бы и с прохожими, и с соседями, доказывая свою силу, но не таковы манящие крабы. Борьба резидента с соседями и прохожими — принципиально разные явления. С бродягами он сражается до победы, а с соседями никогда не выясняет отношения с помощью грубой силы. Если один из крабиков пересекает границу, хозяин территории лишь угрожает нарушителю. На угрозы нужно отвечать, что требует сил, а *U. annulipes* не любит тратить их напрасно, и нередко сосед после нескольких попыток успокаивается и перестает посягать на



Самца манящего краба трудно не заметить

чужие владения. Так манящие крабы сохраняют статус кво, тратя на это ровно столько сил, сколько необходимо.

Однако угрозы не остановят соседа, если он крупнее и сильнее. Расчетливые *U. annulipes* настолько ценят соседство мелких крабов, что даже помогают им защищать территорию от вторжения. Оборонительная коалиция возникает, когда помощник в состоянии победить агрессора, потому что он больше, а сосед явно проиграет территориальный спор, потому что меньше прищельца. И заведется под боком крупный непуганый незнакомец, которому нужно больше еды, чем мелкому, и он непременно станет расширять территорию и нарушать границу. Этого нельзя допустить, и крабы спешат на помощь мелкому соседу даже в том случае, если у них регенерированная боевая клешня. Случается, *U. annulipes* теряют клешню. Она потом вырастает снова, такая же длинная, но более тонкая и слабая. Крабы, очевидно, не различают, какая клешня у противника, однако собственные силы оценивают трезво. По наблюдениям Патрисии Бекуэлл и ее коллег,



ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

самцы с регенерированной клешней чаще вынуждены уступать территорию захватчику и искать новое прибежище. В процессе поисков они избегают столкновений и стараются занять пустующую норку. Когда краб помогает соседу, он оставляет собственную норку без присмотра. Он может потерять свой дом, пока защищает чужой, и в такой ситуации инвалиды рискуют больше, чем здоровые животные, потому что им будет гораздо труднее найти новое жилище. Тем не менее *U. annulipes* идут на этот риск, вполне, впрочем, оправданный. Скорее всего, бродячий краб отступит, не приняв боя, когда увидит, что ему придется иметь дело с двумя противниками, а не с одним. Впрочем, это всего лишь предположение. Исследуя военные альянсы крабов, австралийские ученые привязывали «агрессора» в 5 см от спорной норки, и убежать он никуда не мог.

Иметь в соседях самку еще лучше, чем мелкого самца, если вспомнить, какая у манящих крабов нехватка невест. Исследователи поставили серию экспериментов, на сей раз в Мозамбике, чтобы проверить, насколько самцы ценят такое соседство. Как обычно, привязав краба у входа в норку самки, они стали наблюдать, как поступит ее сосед. А он в двадцати случаях из двадцати одного бросался прогонять воображаемого агрессора, не обращая внимания на его размеры. Но если в роли захватчика выступала самка, самцы спешили на помощь значительно реже — лишь в трех случаях из двадцати.

Вот они какие — самцы манящего краба. От страсти не сгорают, рыцарских турниров не устраивают. Своего не отдадут, однако и переплывать за него не намерены — жизнь дороже. Но если вы думаете, что эти исследования посвящены поведению самцов, то ошибаетесь. Патрисию Бекуэлл интересуют условия, в которых самки проявляют свои предпочтения. Феминистка она, эта Бекуэлл, как и манящие крабики, которые оберегают собственные владения наравне с самцами и отправляются в дальний путь на поиски полового партнера.

Н.Анина

Спаржа

Что за растение спаржа? Спаржа относится к семейству спаржевых, по-латыни *Asparagaceae*, подсемейству собственно спаржевых (*Asparagoideae*), в состав которого входит всего один род — спаржа (*Asparagus*). Род насчитывает около 300 видов, и все они аспарагусы. Но мы чаще всего едим спаржу обыкновенную, или лекарственную, — *A. officinalis*.

Это многолетняя трава с мощным корневищем, из которого каждый год вырастают наземные стебли, более или менее разветвленные. Они покрыты пучками тонких зеленых веточек кладодиев. Эти веточки выполняют функцию листьев, а сами листья у аспарагуса недоразвитые, чешуйчатые. Из их пазух и торчат кладодии. Цветы у спаржи мелкие, белые, к началу осени растение покрывается красными ягодами и выглядит очень нарядно. Но в пищу употребляют не плоды аспарагуса, а побеги, которые нужно срезать совсем молодыми, пока на них еще не раскрылись почки. Если запоздать с уборкой, побеги быстро одеревенеют и станут несъедобными.

Так что спаржа — сезонный овощ. В Европе ее время начинается в конце апреля или начале мая, а заканчивается в Иванов день, 24 июня, когда собирают последний урожай. В эти недели все уважающие себя рестораны предлагают посетителям спаржевое меню.

Спаржу, по-видимому, начали культивировать в Средиземноморье, где она была хорошо известна еще пять тысяч лет назад. С конца XV века аспарагус выращивают во Франции, а затем он появляется и в других европейских странах. В Новый Свет спаржа попала только в 1850 году. В Россию эту культуру привезли в XVIII веке, и называлась она «господским овощем», поскольку из-за дороговизны была доступна только состоятельным людям. Впрочем, спаржа отмечалась в «Толковом словаре живого великорусского языка» В.И. Даля, из которого мы узнаем, что один стебель ее назывался спаржевиной, парник для выращивания культуры — спаржевиком, а продавец спаржи — спаржевщиком.

Спаржа, кстати, и сейчас недешевая, поскольку это овощ ранний, сезонный, трудоемкий в уборке, а посадки его занимают много места. С одного гектара собирают 30—35 центнеров.

Помимо *A. officinalis* люди едят и побеги некоторых других видов, например спаржи остролистной *A. acutifolius*. А в Японии выращивают лязящую спаржу кохинхинскую (*A. cochinchinensis*), из корневищ которой делают конфеты

Почему спаржа разноцветная? В продаже встречается спаржа трех цветов: белая, зеленая и фиолетовая. Цвет овоща зависит не от видовой принадлежности, а от степени его зрелости. Самые молодые, нежные ростки, которые еще не выбились на поверхность и не увидели солнца, белые. Их срезают прямо под землей или, чтобы облегчить себе задачу, выращивают в песчаных холмиках, под темной пленкой, а иногда просто под перевернутым ящиком. Из-за трудоемкости сбора белая спаржа — самая дорогая.

Оказавшись на свету, побеги спаржи приобретают фиолетовый цвет, а затем быстро зеленеют. У фиолетовой спаржи, окрашенной антоцианом, слегка горьковатый вкус. Когда ее приготовят, она становится зеленой. Чтобы сохранить необычные цвет и вкус, фиолетовую спаржу подают сырой. В последнее время появились сорта, которые не зеленеют на свету и постоянно сохраняют фиолетовую окраску.

Зеленая спаржа самая распространенная, растет на открытом воздухе, ничем не прикрытая, и потому дешевле других. Зеленую спаржу можно замораживать, благодаря чему она доступна круглый год. К ее недостаткам относится большее, чем у белой, количество пищевых волокон, а к достоинствам — обилие витаминов и микроэлементов, которыми белая спаржа бедна.

Как выбирать и хранить спаржу? Покупая спаржу, нужно выбирать упругие побеги ровного цвета, с нежной и блестящей кожей и маленькими плотными верхушками. Обратите внимание на срезы — они не должны быть иссохшими. Оптимальная длина стеблей 15—18 см, а толщина варьирует от одного до двух сантиметров. Спаржа — двудомное растение, мужские растения дают больше побегов, но они тоньше и грубее побегов женских.



Купив свежую спаржу, лучше съесть ее как можно быстрее. Этот овощ плохо хранится, однако если возникла такая необходимость, то побеги заворачивают во влажную ткань и убирают в холодильник дня на два, не больше. Ни в коем случае нельзя хранить стебли связанными в пучок, в этом случае они быстро загнивают. Иногда спаржу замораживают, но после оттаивания она не так вкусна и годится главным образом для горячих блюд и начинок для пирогов.

Чем полезен аспарагус? Спаржа, которую мы едим, не зря называется лекарственной. При низкой калорийности, от 23 до 40 ккал на 100 г, она содержит много полезных микро- и макроэлементов и биологически активных соединений, в том числе витамины А, С, В₁, В₂, РР и Е, медь, фосфор, марганец, железо, калий, фолиевую кислоту и аспарагин.

Слово «аспарагин» не случайно созвучно «аспарагусу». Именно из спаржи выделили это соединение французский химик Луи-Никола Воклен и его помощник Пьер Жан Робике. Это произошло в 1806 году, и аспарагин стал первой аминокислотой, полученной человеком. Для любителей спаржи важно, что аспарагин снижает артериальное давление, расширяет сосуды и активизирует работу сердечной мышцы. Аспарагин также обладает мочегонным действием, поэтому спаржа — сильный диуретик. Блюда из нее способствуют выведению из организма хлоридов, фосфатов, мочевой кислоты и мочевины, поэтому спаржа полезна больным подагрой и людям с заболеваниями выделительной системы.

Фолиевой кислоты в аспарагусе больше, чем в любом другом овоще. Она делает кожу гладкой и бархатистой, предотвращает появление морщин. Галантные дамы с незапамятных времен накладывают себе на лицо спаржевые маски. Кроме того, фолиевая кислота поддерживает нормальное развитие плода, поэтому беременным женщинам надо приналечь на спаржу.

Благодаря диуретическим свойствам, низкой калорийности, чисто символическому количеству жира (0,1%) и высокому содержанию витаминов и минералов спаржа — прекрасный продукт для желающих похудеть. Ее рекомендуют диабетикам, поскольку она усиливает способность инсулина транспортировать глюкозу из крови в клетки. А вообще, о достоинствах спаржи написано столько, что она кажется просто панацеей. Это не так, конечно, но продукт хороший, полезный.

И как его едят? Побеги спаржи можно есть сырыми и добавлять в салаты, а также варить, тушить, поджаривать, запекать, готовить на гриле, консервировать и замораживать, использовать для приготовления всевозможных супов и гарниров.

Классический способ приготовления спаржи — отваривание. Для этого у стеблей отрезают основания, если они твердые, связывают их в пучки по 7—10 штук и вертикально погружают в кастрюлю с кипятком так, чтобы верхушки находились над водой. Спаржу нельзя переваривать, иначе она станет невкусной, а стебли варятся дольше, чем нежные верхушки. Поэтому их и оставляют над поверхностью воды, чтобы они готовились на пару. Для варки спаржи существуют даже специальные кастрюли, высокие и узкие, в которых стебли стоят. Весь процесс занимает три-четыре минуты — римский император Август некогда ввел в обиход выражение: «Быстрее, чем приготовить спаржу».

Аспарагус прекрасно сочетается с любыми продуктами: овощами, бобовыми, рисом, мясом и птицей, рыбой и морепродуктами, маслом, сыром и яйцами. Его подают даже на десерт с малиной, клубникой и грейпфрутами, в карамели, с медом. В общем, была бы спаржа, а съесть ее мы сумеем.

Неужели ягоды спаржи ни на что не годятся? Они такие красивые, но невкусные, увы, и даже вредны в больших количествах. Впрочем, полностью созревшие сушеные плоды иногда используют как суррогат чая или кофе, а китайцы лечат ими подагру, диабет, коклюш и импотенцию. Для этого одну чайную ложку измельченных сухих плодов заливают стаканом кипятка и настаивают в духовке 6—8 часов. Принимать настой следует по столовой ложке три-четыре раза в день за полчаса до еды.

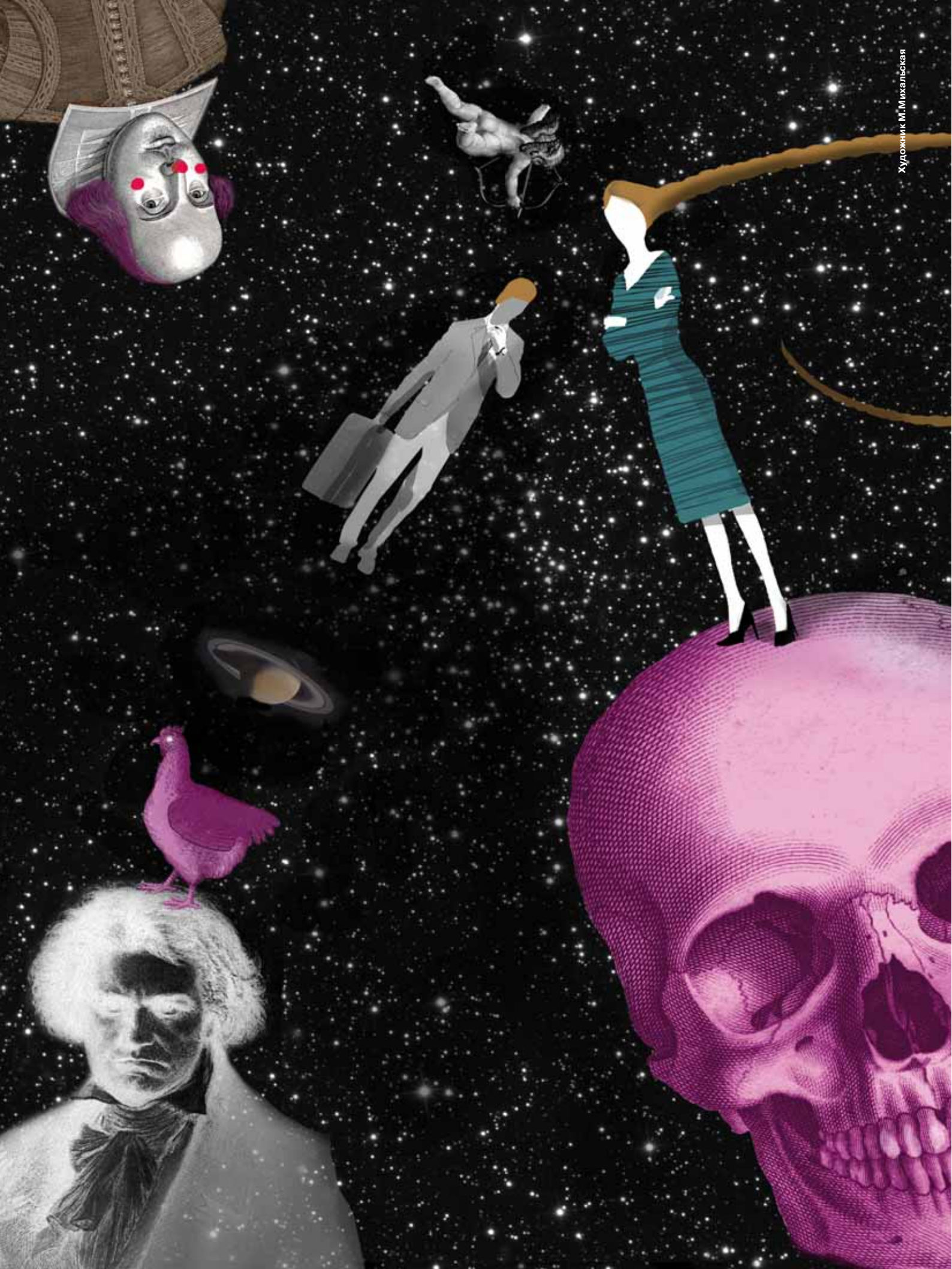
Спаржа или нет? В магазинах и на рынках продают так называемую корейскую спаржу — удлиненные морщинистые брусочки молочного цвета. Это не спаржа, а особый соевый полуфабрикат под названием фучжу. Его получают из пенки, которая образуется при медленном томлении соевого молока. (Про сою «Химия и жизнь» писала в № 2 за 2011 год.) Эту пенку снимают с поверхности и высушивают, отчего она сморщивается и приобретает вытянутую форму.

Аспарагусом, или прусской спаржей, называют иногда птицемлечник *Ornithogalum pyrenaicum*. Это многолетнее луковичное растение со съедобными побегами к спарже отношения не имеет.

Н. Ручкина



ЧТО МЫ ЕДИМ



— Откуда мне знать. Был у меня один шахтер — работал в шахтах метро, пока его не затопили. Так он еще преподавал в школе литературу, разносил по утрам газеты, а по вечерам лабал на гитаре в кабаке. А как иначе прожить? Ладно, вы так и будете тянуть резину или мне раздеваться? Или, послушайте, может, вы импотент? Если импотент, ничего страшного, у меня всегда с собой таблетка, возбудит даже мертвого. Еще она снимает головную боль и незаменима при диарее. Так что?

— В другой раз, — проговорил Валдас оторопело. — Не акклиматизировался еще, с дороги устал, ну все такое...

Едва Валдас вошел в гостиницу, к нему подскочил дородный мужик в строгом костюме и при бабочке, делающей его похожим на откормленного кота.

— Спасибо, что выбрали нас, — поблагодарил котообразный. — Я старший менеджер, меня зовут Дмитрий Иванович, можно просто Димон. Если у вас возникнут проблемы, сразу ко мне. Распространяю также лотерейные билеты, чищу обувь и делаю лечебный массаж. Вам какой номер, с окном?

Номер с окном оказался удивительнее, чем все, до сих пор виденное. Прежде всего, в нем не оказалось окна. А еще кровати, стола, стульев, шкафа и санузла. Попросту говоря, в номере вообще ничего не оказалось, кроме встроенной во входную дверь панели с дюжиной разноцветных кнопок и висевшей на гвозде потрепанной книжечки с надписью «Инструкция» на обложке.

Следующие два часа ушли на изучение «Инструкции». Окно появлялось в торцевой стене после трехкратного нажатия зеленой кнопки и одиночного — синей.

Красная в сочетании с оранжевой выдвигала из пола кровать. Стулья возникали по одному после каждого нажатия фиолетовой. Унитаз — после белой.

Обставить номер, впрочем, не удалось: кровать, материализовавшись, заняла его почти целиком, так что едва осталось место для тумбочки.

Валдас выругался, спустился в холл и спросил Димона. Того, впрочем, не оказалось: по словам портье, он сейчас делал лечебный массаж туристке с Венеры, а значит, не появится до утра.

— Чем могу быть полезен? — осведомился портье. — Не хотите ли, к примеру, постричься? Я сделал бы вам прекрасную польку. Или, если пожелаете, канадку, вам чрезвычайно пойдет. А может быть, изволите посмотреть клубничку? Я распространяю открытки — есть традиционные, для геев и для лесби, также имеется садо-мазо, но это чуть-чуть дороже.

— Не надо открыток, — буркнул Валдас, — мне нужно позвонить, где тут у вас телефон?

— Конечно, конечно, разумеется, вон за углом, в туалете. Телефон прямо над писсуаром.

Свернув за угол, Валдас обнаружил дверь с надписью «Туалет». Вошел и через секунду вылетел обратно — перед зеркалом пудрилась полубоная дама.

— Вы, видимо, с периферии? — проявил догадливость портье. — То-то я смотрю, ни стричься не желаете, ни порнушку. Туалеты у нас совместные, это обычная гостиница, а не какой-нибудь курорт для миллионеров, где полно места для всяких излишеств. Так что идите, звоните и не стесняйтесь. Кстати, если желаете девочку, это тоже ко мне.

Валдас отказался от девочки, проследовал в туалет и под шум сливаемой воды и жужжание сатураторов набрал номер оказавшейся театральным агентом таможенницы.

— Да-да, конечно, прекрасно вас помню, — отозвались в трубке. — Держу для вас билетик в «Драматический». В первом ряду, прямо по центру. Вы сейчас где, в «Российской»? Отлично, от вас недалеко, дойдете пешком. Представление через два часа, так что успеете заскочить в музей, вы ведь туда хотели, я помню. В фойе театра как раз Музей современного искусства. В левой половине, а если надоест, то в правой там казино.

— Как называется спектакль? — поинтересовался Валдас.

— Шекспир.

— И какая пьеса?

— Что значит какая? Шекспир есть Шекспир. Отличное представление, режиссер — сам Герман Бульбаш, он еще торгует мороженым у входа. В общем, приходите в театр, там и увидимся.

— А вы что же, тоже идете?

Трубка ответила короткими гудками, и Валдас, пожал плечами, двинулся к выходу.

— Это чудесная картина, замечательная! — тараторил, снизу вверх заглядывая Валдасу в глаза, сухонький плешивый старичок. — Кисти Ивана Каминского, да-да, того самого, чемпиона по боксу. Обратите внимание на антураж.

Валдас обратил. В левой части полотна коржился на огне жуткий лохматый урод, в правой отсвечивали задницами крылатые ангелочки. Снизу наводил на них автомат дюжий детина с дегенеративной рожой. Сверху на фоне лазурного моря отливал фиолетом виноградных кистей затейливый натюрморт. А по центру, заезжая краями на урода и ангелочков, раскинулась навстречу зрителю выписанная тщательно, любовно и во всех деталях бритая женская промежность в натуральную величину.

— В условиях нехватки времени, — не умолкал старичок, — кто будет смотреть примитивные малосодержательные картины? А тут вам баталия, эротика, церковная тема, и все в одном флаконе. Чрезвычайно талантливо, вы не находите? Я бы сказал, просто гениально. Не желаете, кстати, приобрести корм для птиц? Есть замечательный кунжут, прекрасно подойдет вашим попугайчикам.

С первым звонком Валдас пробрался в зал. И не пожалел, потому что второго и третьего не прозвучало. Едва он устроился в узком кресле и положил локти на парту, занавес поднялся. А наличие парт, географических карт и таблицы Менделеева на стенах Валдас уже не удивлялся: днем в театральном зале явно зубрили и насаждали разумное, доброе, вечное.

Соседкой по парте оказалась тоненькая миниатюрная девушка с русской косой. Валдас хотел было представиться, но не успел, потому что на сцену вывалился дерганый, расхристанный молодчик с черепом под мышкой. Отряхнувшись на манер вымокшей собаки, молодчик принял третью позицию, извлек череп из подмышки и озадачил его вопросом «быть или не быть?». Ответа расхристанный не дождался — захлестывающим ударом в затылок его свалил с ног косолапый громила с вымазанным сажей лицом. После чего на сцене принялись плясать, рубиться на саблях, фехтовать на шпагах, падать замертво и восставать из праха.

В середине первого акта, когда актеры явно начали выдыхаться, спектакль оживила черноволосая и черноглазая красotka в прозрачной тунике. Без особого удивления Валдас узнал в ней давешнюю таможенницу, осчастливившую его театральным билетом. Красотке предлагали уйти в монастырь, уверяли, что ей предстоит падать на спину, и осведомлялись, молилась ли она на ночь.

Первый акт завершился овациями. К этому времени Валдас был сыт искусством по горло. Отбивая ладони, он поднялся и принялся озираться в поисках двери.

— Вам нравится?

Валдас опустил глаза. Миниатюрная девушка с русой косой заинтересованно смотрела на него.

— Отличная постановка, — похвалил Валдас. — В роли Дездемоны, она же Офелия, она же Джульетта, она же, возможно, Гертруда, знаменитая Алина Климова. Она еще работает на таможне в космопорту и торгует театральными билетами. А вам? Вам нравится?

— Извините. Всего хорошего, — девушка встала и, обогнув Валдаса, двинулась вдоль кресел с партами.

На второй акт она не пришла. Валдас выругал себя — девушка ему понравилась. В отличие от идиотского спектакля. А он-то, болван, чтобы не выглядеть белой вороной, начал его хвалить!

С трудом отсидев до конца и одарив раскланивающуюся труппу положенным количеством аплодисментов, Валдас направился на выход. Ничего более нелепого, чем это издевательство над классиком, он в жизни не видел. Насилие над мозгом требовало реабилитации, и занимающее правую часть театрального фойе казино пришлось весьма кстати.

Накупив фишек, Валдас двинулся к рулетке. Наугад поставил десять кредиток на номер и скрестил на груди руки.

— Еще пять позиций, пожалуйста, — услышал он голос крупье. — Да-да, я к вам обращаюсь.

— Каких еще позиций?

— По правилам вы обязаны поставить на шесть разных номеров, — объяснил крупье. — Иначе ваша ставка аннулируется.

— Что за чушь? — возмутился Валдас. — Право игрока закрывать те номера, которые он пожелает.

— Вы, видимо, с периферии? У нас другие правила. Каждый спин участвует в розыгрыше спортивной лотереи и в собачьих бегах. Таким образом, время игроков и заведения экономится втрое.

— А если я не хочу в собачьих бегах? Я в них ни черта не понимаю.

— Извините, тогда вам придется подыскать другое казино. Если пойдете в «Пятый туз», обязательно скажите, что вы от Борика. То есть от меня. За это я сделаю вам презент. Вы любите стихи?

— Люблю, — признался Валдас.

— Отлично. Вот томик моих стихов. Как вас зовут? Валдас? Очень хорошо, — крупье вывел на титульном листе извлеченной из внутреннего кармана книжицы: «Дорогому Валдасу от Борика». — Читайте на здоровье. Я профессиональный поэт. С вас пятнадцать кредиток. Только не забудьте сказать в «Пятом тузе», что вы от меня.

Валдас оторопело принял из рук крупье книжицу, наугад раскрыл.

«Солнышко в небе светит, птички поют-щебечут, мне никого не надо, если ты вот и рядом», — начиналось стихотворение под названием «К ***».

— Прекрасные стихи, — пробормотал Валдас, усилием воли подавив желание немедленно потоптаться на этой поэзии ногами.

— Ах, вот вы где! — раздался голос у него за спиной. — А вы где искали.

Валдас обернулся. Бывшая соседка по парте, опустив глаза, задумчиво теребила косу.

— Меня? — удивился Валдас. — Мне казалось, вы ушли с представления после первого акта.



ФАНТАСТИКА

— Ну разумеется, ушла. По мне, это отвратительное представление.

— Знаете, я с вами солидарен, — признался Валдас. — Спектакль ужасен.

— Правда? — девушка заглянула Валдасу в глаза и неожиданно покраснела. — Вы на самом деле находите его ужасным?

— Еще как нахожу! Так же, как картины на пять сюжетов кисти боксеров, массажистов или кто они там. И стихи казиношных крупье.

— Еще песни на музыку Бетховена. Есть весьма популярные. «Я иду по улице с рылом, как у курицы». Не слышали?

— Нет. Что, в самом деле на музыку Бетховена?

— В самом. Известный шлягер, исполняется под «Лунную сонату». Ладно, давайте к делу. Вам какие больше нравятся?

— Что значит «какие»? — изумился Валдас.

— Блондинки, брюнетки, рыженькие? Грудастые или плоские? Молчуны или болтушки? Можете называть любые параметры. У меня огромная картотека, я подберу то, что вам нужно.

— Простите. С чего вы взяли, что мне это нужно?

— Ой, ну бросьте! Всем мужчинам необходима женщина, даже таким диким, как откуда вы там. Я профессиональный брачный агент, у меня прекрасная репутация.

— Но почему вы решили предложить свои услуги именно мне? Как-то это, э-э... диковинно.

— Что ж тут диковинного? Мне позвонила Алина, сказала, что есть перспективная кандидатура. Она видела ваш паспорт, там, на таможне. Вы в отпуске, приятной наружности, к тому же неженаты. Она и продала мне билет. У меня есть что вам предложить, цены умеренные. Кстати, как вам она сама? Пунктуальная, оборотистая, красивая, незамужняя. Талантливая.

— Я бы сказал, слишком талантливая. Простите, как вас зовут?

— Вика. Кроме брачного агентства я владею небольшим ресторанчиком и пилотирую космические корабли. Вот визитка.

— Очень приятно, Вика, — Валдас спрятал визитку в бумажник. — Только понимаете, я прилетел на Землю не волочиться за юбками и не развратничать. Хотел походить по театрам, музеям, филармониям, осмотреть достопримечательности, ведь у нас ничего подобного нет. А по части девочек я, видите ли, совершенно не озабочен, что бы вы там ни думали. В конце концов, на Сатурне можно подцепить девчонку на любой вкус. Правда, не владеющую одновременно профессиями балерины и шпалоукладчицы.

— И часто вам удавалось подцепить девчонку на свой вкус?

— Случалось.



ФАНТАСТИКА

— Понятно, — девушка отвела взгляд. — Достопримечательности я могла бы вам показать. Собор Георгия Победоносца весьма занимателен. И то, что внутри там прядельно-ткацкая фабрика, его почти не портит. Еще есть краеведческий музей, совмещенный с кожно-венерическим диспансером и турагентством. Потом загородная усадьба президента, там же киностудия и виварий. Далее цирк, он же...

— Простите, Вика, — прервал Валдас. — Знаете, с меня довольно. Я, наверное, не стану осматривать достопримечательности. И с дамами знакомиться не стану. Сожалею, что вам не удастся на мне заработать.

— Вы действительно жуткая деревенщина, — девушка вспыхнула. — Не станете, и как хотите. Цепляйте всяких шлюх на своем Сатурне или откуда вы там. Всего хорошего.

Вернувшись в гостиницу, Валдас завалился спать. Продрав утром глаза и проштудировав «Инструкцию», заказал в номер завтрак. Минуту спустя из ниши в стене выдвинулся поднос. Валдас через силу справился с переперченными заварными пирожными из морской капусты, запил апельсиново-кукурузным соком и задумался.

Достопримечательности придется похерить. Театры тоже, а заодно и музеи. Полифункционального искусства с него довольно. Тогда получается, что ему нечего делать все эти два месяца. Надо же, до чего бездарно получилось. Не говоря о том, что отпуск обошелся в копеечку, он оказался абсолютно бессмысленным.

Надо снять-таки девочку, решил Валдас. По крайней мере, возможно, будет что вспомнить. Вариантов масса. Можно обратиться к портье, потом есть конопатая таксистка Маша, которая по совместительству еще и шлюха. И наконец, клиентура пилота звездных кораблей Вики, оказавшейся не только пилотом, но и сводней.

Пожалуй, первые два варианта отпадают. Платить за любовь Валдасу еще не приходилось, и начинать он не собирался. Комиссионные агенту — все-таки другое дело.

Спустившись в холл, Валдас толкнул уже знакомую дверь с надписью «Туалет» и с наслаждением утопил в унитазе стихотворный томик поэта Борика. Извлек из бумажника визитку с надписью «Иванова Виктория Леонидовна, навигатор 1-го класса» и, стараясь держаться подальше от писсуаров, набрал номер.

— Прошу прощения за вчерашнее, — извинился Валдас. — Я не хотел вас обидеть. Знаете, я передумал.

— Поздравляю, — приветливости в голосе собеседницы расслышать не удалось. — И я подумал, что не отказался бы познакомиться с приличной девушкой.

— Ну и знакомьтесь на здоровье. На Сатурне, или откуда вы там, прекрасный выбор.

— Да, неплохой, — Валдас почувствовал, что начинает сердиться. — Однако до Сатурна далековато, а вы хвалились обширной картотекой.

— Знаете, я вчера немного подумала и поняла, что вряд ли мои клиентки захотят знакомиться с провинциалом. К тому же несколько э-э... неотесанным. Впрочем, мы можем попробовать. Вы сейчас где?

— В общественном туалете.

— Неудивительно. Вы определились насчет собственных предпочтений?

— Определился, — сказал Валдас со злостью. — Хочу познакомиться с девушкой небольшого роста, непременно с длинной русой косой. Чтобы умела готовить и водить космические корыта. Остальные параметры не имеют значения. Постель не обязательна.

— А желательна? — хмыкнули в трубке.

— С этим еще не определился.

— Ладно, — голос в трубке стал мягче. — Мне кажется, у меня есть подходящая кандидатура. Поднимайтесь на третий этаж, номер как раз напротив вашего.

— Простите?

— Боже, какой вы непонятливый. Я живу в той же гостинице, что и вы. Кстати, вы почему звоните из туалета? У вас нет мобильного телефона?

— Есть, в багаже, его пока не доставили.

— Вы могли бы приобрести у носильщика, он еще дипломированный гинеколог. Я вчера еле от него отделалась, в результате обогатилась замысловатым устройством. В него встроены метательный нож, электрошокер и зубная щетка. В общем, поднимайтесь. Я вас жду.

— Так вы что же, получается, тоже провинциалка? — озадаченно спросил Валдас, с трудом отведя глаза от выреза в Викином халатике.

— Конечно. Я с Марса. Прилетела на день раньше вас и, как и вы, в отпуск. Между прочим, я никакая не сводня. Хотя мой отец на самом деле держит ресторанчик в Марстауне, а я пилотирую почтовики.

— А как же тогда?..

— Вы на редкость бестолковый, — девушка улыбнулась. — Я видела вас вчера здесь, в гостинице, когда вы беседовали с этим мерзким портье, торгующим всякой дрянью. И я подумала, что мы вполне могли бы провести наши отпуска вместе.

— Вы и сейчас так думаете?

— Отчасти. С меня достаточно передовых достижений. Я, пожалуй, не прочь отсюда убраться.

— Сказать по правде, и я не прочь.

— Говорят, на Меркурии можно неплохо провести время в лесном санатории. Там, по слухам, большой заповедник. Под куполом, но почти как настоящий, не отличить.

— Я об этом слыхал. Так может быть... — Валдас замялся, затем выпалил: — Может быть, мне позвонить в космпорт и взять билеты?

Девушка подошла и положила руки ему на плечи.

— Ничего не надо брать, — сказала она. — У меня рентованный звездолет класса «Омега» и лицензия пилота. Звездолет двухместный, правда, всего с одной каютой. Так что тебе придется определиться насчет... Нам обоим придется.

— Тебе не кажется ли... — Валдас почувствовал, что невольно краснеет, — не кажется ли, что мы могли бы определиться прямо сейчас?





КНИГИ

Юрий Рылев
6000 изобретений
XX и XXI веков,
изменившие мир
М., Эксмо, 2012



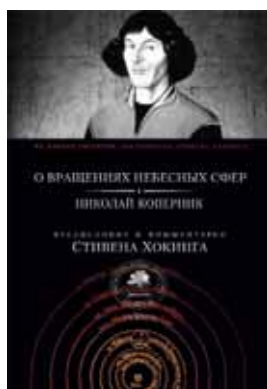
Эта книга — энциклопедия изобретений и инноваций, сделанных в XX и XXI веках. В ней читатель найдет год изобретения и имя изобретателя практически любой вещи, определившей привычный бытовой уклад современного человека. Вы узнаете об изобретении таких вещей, как боксерские шорты, памперсы, плюшевый медвежонок, целлофан, шариковый дезодорант, титан, акваланг, компьютерная мышь и многих других, без которых просто немыслима сегодняшняя жизнь.

Антонио Лима-де-Фариа
Похвала «глупости» хромосомы. Исповедь непокорной молекулы
М., Бинوم. Лаборатория знаний, 2012



В небольших рассказах вы прочтаете все о хромосомах: зачем они нужны, как устроены, как функционируют, какие с ними происходят случайные и ожидаемые события. Тщательно подобранные красочные иллюстрации хорошо дополняют текст. Издание будет интересно биологам разной специализации.

Николай Коперник
О вращениях небесных сфер
М., Амфора, 2009



Главный труд гениального польского ученого положил конец господству геоцентрической системы Аристотеля — Птолемея и провозгласил центром мира Солнце. Это был один из величайших в истории научных прорывов, с которого началась современная астрономия.

Иэн Сэмпл
В поисках частицы Бога,
или
Охота на бозон Хиггса
М., Колибри,
ИГ «Азбука-Аттикус»,
2012



Кто сегодня не слышал о Большом адронном коллайдере, о черных дырах, которые в нем могут возникнуть и поглотить нас всех, о неуловимом бозоне Хиггса, который так жаждут обнаружить физики? Но зачем человечество должно тратить огромные деньги на гигантские ускорители, и почему он так важен, этот бозон Хиггса, понятно далеко не всем. Иэн Сэмпл, известный научный обозреватель, автор «Guardian» и «New Scientist», признанный в 2005 году Ассоциацией британских научных писателей журналистом года, дает в своей книге ответы на эти непростые вопросы.

М.В. Ломоносов.
Собрание сочинений
в 4 томах
М., Книжный Клуб
Книгоvek, 2012



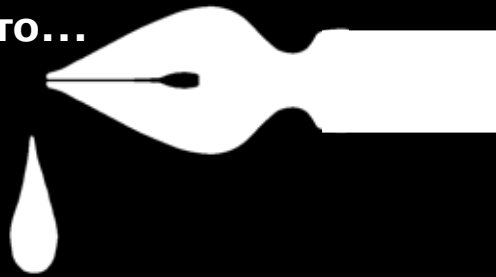
Михаил Васильевич Ломоносов — первый русский ученый-естествоиспытатель мирового значения, человек разносторонних интересов и способностей, один из основоположников физической химии, поэт, заложивший основы современного русского литературного языка, художник, историк. Нет ни одной области знаний, которой не коснулся бы его острый, пронизательный пылкий ум. Его мысли намного опередили свое время, и некоторые из них актуальны по сей день. В этом может убедиться каждый читатель данного собрания сочинений, включающего наиболее значимые работы ученого в различных областях знаний и его литературные произведения.

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



Художник В. Мисюк

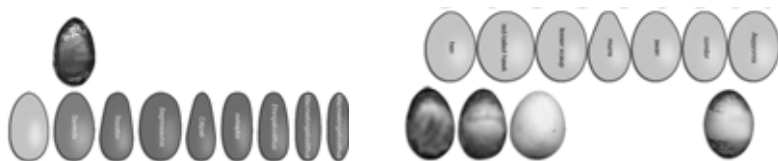
Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Шоколадные яйца динозавра

В Западной Европе считается, что яйца на Пасху приносит специально предназначенный для этого заяц. Согласно преданию, удивительное животное притаскивает их из своего гнезда и раскладывает в саду под деревьями на радость детишкам, которые собирают эти сокровища. Как нетрудно заметить, версия эта противоречива с точки зрения биологии: у зайца и гнезда нет, и яиц он не несет. Так где же он их берет? Разрешить эту загадку попытались британские ученые из Лестерского университета во главе с Марком Пернеллом. Толчком к исследованию послужила недавняя публикация испанских палеонтологов — Ньевиса Лопес-Мартинеса из Мадридского и Энрика Висенса из Барселонского университетов («Palaeontology», 2012, т. 55, № 2). Исследователи нашли очередные ископаемые яйца и попытались выяснить, кому они принадлежат, для чего построили математическую модель формы яиц птиц и динозавров. Оказалось, что по удлинённости яйца, радиусам закругления тупого и острого концов и некоторым другим признакам удается развести яйца представителей этих двух классов позвоночных в разные углы параметрического пространства. Теперь, измерив эти параметры у неизвестного яйца, исследователь с лёгкостью выяснит, кому оно принадлежало — древней рептилии (слева) или птице (справа).



Полученные результаты британцы применили для идентификации шоколадных яиц, продающихся на центральных улицах Лондона в предпасхальные дни. Как и следовало ожидать, подавляющее большинство из них оказалось не просто птичьими, а самыми что ни на есть куриными, хотя время от времени попадались и более экзотические, например явно напоминающие яйцо кондора. Однако была и особая, отдельно стоящая группа яиц, форма которых никак не укладывалась в птичьи критерии, зато вполне соответствовала яйцам динозавров. Более того, удалось обнаружить яйцо, похожее на то свеженайденное ископаемое, которому была посвящена работа Лопес-Мартинеса и Висенса. «Птицы гнездятся на деревьях, куда зайцу никак не добраться. А вот бескрылые динозавры должны были делать кладки на земле. К ним у зайца доступ есть. Теперь-то понятно, откуда он таскает свои пасхальные яйца», — размышляет Марк Пернелл.

С.Анофелес

...выполнено прямое наблюдение когерентного квантового проскальзывания фазы (CQPS) в сверхпроводящем контуре, что может вызвать прорыв в сверхпроводящей электронике и квантовой метрологии («Nature», 2012, № 7394, т. 484, с. 355—358, doi:10.1038/nature10930)...

...изучение результатов телевизионного исследования поверхности Венеры миссией ВЕНЕРА-13 в 1982 году обнаружило объекты сложной регулярной структуры, которые были частично завалены выброшенным при посадке аппарата грунтом, но затем медленно из него высвободились («Астрономический вестник», 2012, т. 46, № 1, с. 44—57)...

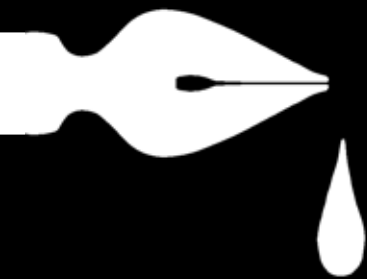
...если комета размером 1—10 км, движущаяся со средней скоростью 40 км/с, столкнется с астероидом диаметром 50—10 м, то она будет полностью разрушена и пополнит собою пыль в так называемом зодиакальном облаке, которая медленно устремляется к Солнцу; во время кометных ливней эта пыль может частично затмить его, в результате наступает ледниковый период («Физика Земли», 2012, № 3, с. 41—51)...

...разработан новый метод доставки в нервные клетки красителей, реагирующих на изменение мембранного потенциала, — «выстреливание» по срезам нервной ткани микрочастицами золота, покрытыми красителем («Журнал высшей нервной деятельности», 2012, т. 62, № 1, с. 100—107)...

...на основании компьютерного моделирования предложено использовать РНК-нанотрубки в качестве основы при изготовлении метаматериалов, рассчитанных на оптический диапазон («Известия РАН, Серия физическая», 2012, т. 76, № 3, с. 301—304)...

...развитие апоптоза в сетчатке протекает NO-зависимым путем; снижение концентрации NO в сетчатке глаза частично предотвращает развитие апоптоза («Биофизика», 2012, т. 57, № 2, с. 325—330)...

...создана гидрофобная хлопчатобумажная ткань, устойчивая к кислотам, основаниям, органическим растворителям и многократным стиркам; для этого волокна покрывали наночастицами оксида кремния, несущими фотореактивные группы («Langmuir», 2012, № 28 (15), с. 6328—6335, doi: 10.1021/la300281q)...



...сотрудники университета Глазго отпечатали на 3D-принтере стоимостью 2000 долларов работающую установку для химического синтеза («Nature Chemistry», 2012, № 4, с. 349–354, doi:10.1038/nchem.1313)...

...современные химические методы позволяют определить по отпечатку пальца, что оставивший его человек курил, принимал наркотики или держал в руках взрывчатые вещества («Angewandte Chemie International Edition», 2012, т. 51, № 15, с. 3524–3531, doi: 10.1002/anie.201104313)...

...по анализу крови, показывающему уровень продуктов определенных генов, можно диагностировать депрессию у подростков («New Scientist», 2012, № 2861, с. 16, «Translational Psychiatry», 2012, т. 2, e101; doi:10.1038/tr.2012.26)...

...компания «Oxford Nanopore Technologies» предложила одноразовое устройство для чтения ДНК; оно размером с ладонь, работает с минимально подготовленными образцами, даже с кровью, читает миллионы нуклеотидов в час и подключается к любому компьютеру («Nature Biotechnology», 2012, т. 30, № 4, с. 295–296, doi:10.1038/nbt0412-295)...

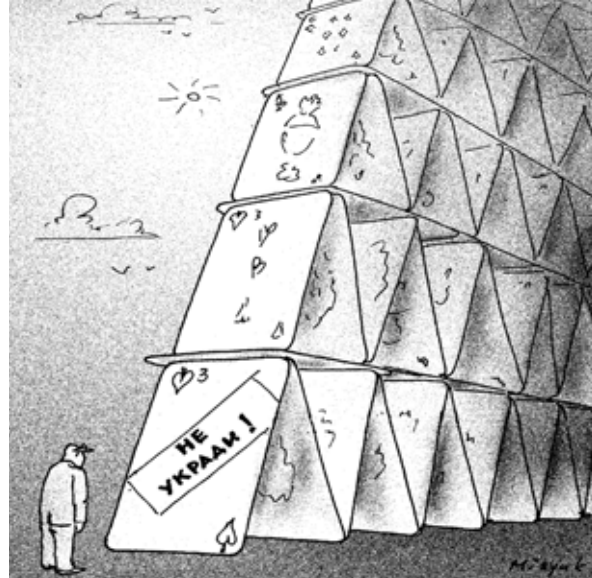
...студенты кливлендского частного университета создали неньютоновскую жидкость, мешочки с которой можно класть в выбоины на дорожном покрытии, пока оно не отремонтировано («Science», 2012, т. 336, № 6079, с. 280–282, doi:10.1126/science.336.6079.280-c)...

...исследование записей в церковных книгах о 5923 индивидах, родившихся в сельской Финляндии 1760–1849 годов, подтвердило, что современные человеческие популяции все еще находятся под влиянием естественного отбора («Proceedings of the National Academy of Sciences», онлайн-публикация 30 апреля 2012 года, doi:10.1073/pnas.1118174109)

...филиппинские долгопяты *Tarsius syrichta* общаются между собой в ультразвуковом диапазоне, неслышно для других видов; крик доминантной особи имеет частоту 70 кГц («Biology letters», онлайн-публикация 8 февраля 2012 года, doi:10.1098/rsbl.2011.1149)...

...у самок шерстистых носорогов было по два соска на вымени, следовательно, они вынашивали одного или, реже, двух детенышей («Зоологический журнал», 2012, т. 91, № 2, с. 219–235)...

Художник В. Мисок



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Крах приватизации

Спустя двадцать лет после краха Советского Союза пришло время проанализировать процессы, которые последовали за ним, — дабы избежать повторения допущенных ошибок. Этим-то и занялись Патрик Хэм из Гарвардского и Лоренс Кинг с Дэвидом Стаклером из Кембриджского университетов («American Sociological Review», апрель 2012 года). А рассуждали они о роли массовой приватизации в последующем экономическом коллапсе многих постсоветских стран.

Суть дела, по их мнению, состоит в том, что международные структуры, а именно Международный валютный фонд, Всемирный банк и Европейский банк реконструкции и развития весьма жестко требовали от постсоветских стран, и прежде всего России, ускоренного проведения массовой ваучерной приватизации. Предполагалось, что в результате удастся воспользоваться моментом и необратимо перевести эти страны к капитализму до того, как сторонники советской власти опомнятся и вернут себе влияние в обществе. Предполагалось также, что удастся создать массовый класс собственников, который окажется социальной базой капитализма и обеспечит последующее процветание страны. Эти расчеты не оправдались: подавляющее большинство людей впали в такую бедность, что задешево продали свои ваучеры, и приватизируемые предприятия оказались в руках небольшого количества граждан, зачастую с преступным прошлым. Впрочем, часть предприятий сразу перешла иностранцам. Как показывает статистический анализ, чем большая доля предприятия оказывалась в руках отечественных предпринимателей, тем хуже на нем шли дела. Денежные схемы расчетов очень быстро заменялись бартерными, вместо той прибыли, на которую рассчитывали авторы программы приватизации, получался сплошной убыток, что позволяло обосновать прекращение уплаты налогов. В конце концов, новые собственники, нисколько не думающие о развитии, обдирали как липку приватизированное предприятие. Государство, рассчитывавшее на получение налогов и прибыли, лишилось средств к существованию и не смогло проводить разумную политику по переходу от директивной к рыночной экономике.

Как показал проведенный анализ, в тех странах, где руководители поддались на уговоры и провели массовую приватизацию, валовой национальный продукт на душу населения в 1990–2000 годы упал гораздо глубже, чем у тех стран, которые приватизацию притормозили. Авторы исследования указывают, что в будущем стоит воздержаться от применения непроверенных рецептов по перестройке экономики, — вывод тем более актуальный, что схожие модели форсированной приватизации те же структуры сейчас навязывают некоторым азиатским и африканским странам.

А. Мотыляев



Еще немного ХИМИКОВ и ФИЗХИМИКОВ

Л.Н.КУРДЮКОВУ, Ростов-на-Дону: *Мезонная химия, или химия элементарных частиц, — раздел ядерной химии, изучающий системы, в которых ядро атома заменено на другую частицу с положительным зарядом (m^+ -мюон, позитрон) либо электрон заменен на другую отрицательную частицу (m^- -мюон, p^- -мезон, K^- -мезон, S^- -гиперон, антипротон).*

Т.Ю.АЛЕШИНОЙ, Москва: *Пилки для ампул (их правильное название — скарификаторы) бывают керамическими или полимерными с добавлением абразива; та, которую вы вложили в письмо, относится ко второму типу.*

А.В.СОЛОВЬЕВУ, Мытищи: *Оборудование и реактивы, которые разрешено продавать физическим лицам (в том числе, при соблюдении определенных правил, и соляную кислоту), можно приобрести на сайте «Русский химик» (rushim.ru), возможна доставка за пределы Москвы.*

Антону, электронная почта: *Виниловые краски не зря рекомендуют для внутренних работ: при низких температурах, ниже -15°C , пленка краски становится хрупкой.*

Л.Н.СЕМЕНОВОЙ, Пермь: *Чтобы сделать фитиль для свечи, опустите хлопковую нить или шпагат на 15 минут в теплый раствор поваренной соли и буры (две столовые ложки соли и четыре буры на полтора литра воды) и тщательно просушите в течение нескольких дней; если планируете хранить фитиль, то опустите его в расплавленный воск или парафин и повесьте остывать, а затем заверните в бумагу.*

К.А.БАХМЕТЬЕВОЙ, Санкт-Петербург: *Пулегон — компонент эфирных масел растений семейства губоцветных, в том числе мяты болотной, или мяты блошицы *Mentha pulegium* L. (блоха по-латыни *pulex*, и отсюда название вещества), применяется в ароматерапии, к лечению огнестрельных ран отношения не имеет.*

В.В.ЖУРАВСКОМУ, Новосибирск: *Махлаб, или махлаби, — это пряность из размолотых сердцевин косточек *Prunus mahaleb* — магалебской вишни, она же черемуха антипка; пахнет вишней и горьким миндалем, используется главным образом в выпечке.*

М.Л., г. Агата, Красноярский край: *Хотя слово «дезодорант» и означает «удаляющий запах», препараты, маскирующие неприятные запахи, Химическая энциклопедия также относит к этой категории.*

В этом номере мы завершаем рассказ о минералах, носящих имена ученых.

В честь известного французского химика Анри Ле Шателье (1850—1936) был назван минерал **лешательерит** — плавный аморфный кремнезем SiO_2 , который образуется из песка при высокой температуре, например, в месте попадания молнии, при падении метеорита или извержении вулкана.

Французский химик Жозеф Луи Пруст (1754—1826) открыл один из основных законов химии, носящий его имя, — закон постоянства состава химических соединений. Минерал **прустит** — сульфоарсенид серебра Ag_3AsS_3 .

Муассанит — карбид кремния SiC назван в честь французского химика, лауреата Нобелевской премии Анри Муассана (1852—1907), который впервые получил в свободном состоянии фтор, а также синтезировал множество карбидов. Ограниченные кристаллы из чистого SiC имитируют бриллианты.

Английский химик сэр Генри Энфилд Роско (1833—1915) первым получил в 1869 году металлический ванадий, сформулировал закон Бунзена — Роско (выход продукта фотохимической реакции пропорционален произведению интенсивности облучения на время его действия). Минерал **роскоэлит** $\text{K}(\text{V}, \text{Al}, \text{Mg})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ назвал в честь Роско в 1875 году американский химик Джеймс Блейк, который обнаружил в нем ванадий.

Британский физик и математик сэр Джордж Габриель Стокс (Stokes, 1819—1903) — автор гидродинамического уравнения, а также одной из основных теорем дифференциальной геометрии. Все спектроскописты знают о стоковом сдвиге в спектрах флуоресценции. Значительно менее известен минерал **стокезит** $\text{CaSnSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, открытый в 1899 году.

Английский химик Смитсон Теннант (1761—1815) открыл иридий и осмий, а также доказал, что алмаз целиком состоит из углерода. В честь Теннанта назван найденный в 1819 году **теннантит** $(\text{Cu}, \text{Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$. Похожее название у минерала **тенардита** Na_2SO_4 , безводного сульфата натрия, но оно образовано от французской фамилии. Луи Жак Тенар (1777—1857) открыл пероксид водорода, амид натрия, сделал ряд других открытий. Его имя носит также алюминиево-кобальтовая краска тенарова синь CoAl_2O_4 .

В честь одного из основателей термохимии датского физикохимика Ханса Петера Юргена Юлиуса Томсена (1826—1909) был назван открытый в 1868 году **томсенолит** — фтороалюминат натрия-кальция $\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Томсен был основателем гренландской криолитовой промышленности, и до сих пор там добывают похожую на лед редкую алюминиевую руду — криолит (фтороалюминат натрия Na_3AlF_6). Как писал академик А.Е.Ферсман, «в льдах Гренландии находится единственное в мире месторождение «ледяного камня» (а именно так переводится слово «криолит»), имеющее промышленное значение». С томсенолитом не следует путать **томсонит** $\text{NaCa}_2\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{20} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ из группы цеолитов, названный по имени шотландского минералога и химика Томаса Томсона (1773—1852).

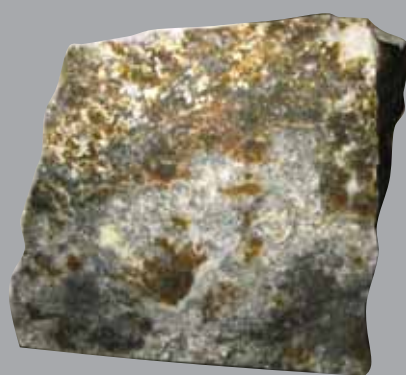
Те, кто изучали кристаллохимию или просто знакомы с элементами симметрии, знают 230 пространственных групп симметрии — так называемые федоровские группы. Их открыл в 1891 году кристаллограф, минералог и математик Евграф Степанович Федоров (1853—1919). В честь Федорова обнаруженный в 1965 году новый минерал состава $\text{KNa}_4\text{Ca}_4(\text{Al}, \text{Si})_{16}\text{O}_{36}(\text{OH}, \text{F})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ назвали **федоритом**. С ним не следует путать **федоровскит** $\text{Ca}_2\text{Mg}_2\text{B}_4\text{O}_7(\text{OH})_6$, названный в честь минералога, директора Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС) Николая Михайловича Федоровского (1886—1956). А сокращенное название этого института дало имя новому минералу **вимситу** $\text{CaB}_2\text{O}_7(\text{OH})$.



Федорит



Прустит



Федоровскит



Ферсманит



Ферсмит



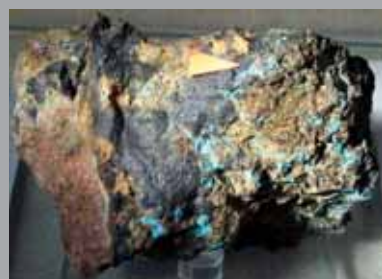
Шеелит



Ломоносовит



Гадолинит



Шубниковит



Тенардит



Томсонит



ИМЕНА МИНЕРАЛОВ

Все фото А.А.Евсеева <http://geo.web.ru/druza/>

В названии минерала **хейровскита** $Pb_{10}AgBi_5S_{18}$ не сразу можно распознать фамилию чешского химика Ярослава Гейровского (1890—1967), лауреата Нобелевской премии по химии за создание метода полярографии.

По словам французского химика Жана Батиста Дюма, знаменитый шведский химик Карл Вильгельм Шееле (1742—1786) «не мог прикоснуться к какому-либо телу без того, чтобы сделать открытие». Шееле открыл молибден и вольфрам, впервые получил множество неорганических и органических соединений. Вольфрам Шееле открыл в тяжелом минерале, который в те времена называли тунгстеном (по-шведски tung sten — тяжелый камень). Это был вольфрамат кальция $CaWO_4$. В 1821 году немецкий минералог Цезарь Карл Риттер фон Леонард (1779—1862) предложил назвать этот минерал **ше-**

литом. А слово «тунгстен» в ряде языков (например, в английском и французском) осталось за вольфрамом.

Открытый в 1953 году минерал **шубниковит** $Ca_2Cu_8(AsO_4)_6Cl(OH) \cdot 7H_2O$ был назван в честь Алексея Васильевича Шубникова (1887—1970), кристаллографа, одного из основателей и первого директора Института кристаллографии РАН. Шубников вывел 58 точечных кристаллографических групп антисимметрии (шубниковские группы).

Имя знаменитого минералога и геохимика, академика Александра Евгеньевича Ферсмана (1883—1945) носят два минерала: **ферсманит** $Ca_4(Na,Ca)_4(Ti,Nb)_4(Si_2O_7)_2O_8F_3$, открытый в 1929 году, и **ферсмит** $(Ca,Ce,Na)(Nb,Ta,Ti)_2(O,OH,F)_6$, открытый в 1946 году.

Некоторые ученые дали название не только минералу, но и химическому элементу. Например, **гадолинит** $(Ce,La,Nd,Y)_2FeBe_2Si_2O_{10}$ был назван в 1800 году в честь Юхана Гадо-

лина (1760—1852), финского минералога-химика, впервые выделившего в 1792 году из гадолинита оксид иттрия. В гадолините содержатся и следовые количества элемента гадолия.

Ломоносовит $(Na_2Ti_2Si_2O_9 \cdot Na_3PO_4)$ найден в 1936 году на Кольском полуострове, где были открыты и десятки других новых минералов. Минерал получил название в честь Михаила Васильевича Ломоносова (1711—1765) в 1945 году в докторской диссертации петролога, минералога и геохимика В.И.Герасимовского. А вот название **менделеевит** для минерала сложного состава $(Ca,U)_2(Ti,Nb,Ta)_2(O,OH)_7$ не имеет официального статуса, официально он называется **бетафитом**.

И.А.Леенсон

«Химия и жизнь», 2012, № 5, www.hij.ru



**ICA
2012**



**4-я выставка
«Международная
химическая ассамблея.
Зеленая химия»
23–26 октября 2012**

Организатор: ЦВК «Экспоцентр»

www.ica-expo.ru



**Индустрия
пластмасс
2012**

www.plastics-expo.ru



**ХИММАШ.
НАСОСЫ
2012**

www.chemistry-expo.ru



**ХИМ-ЛАБ-
АНАЛИТ
2012**

www.chemistry-expo.ru



Организатор:

ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14
E-mail: chemica@expocentr.ru
www.expocentr.ru,
expocentr.pf

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >