

9H3MЖ И BMMX







Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

1
2005

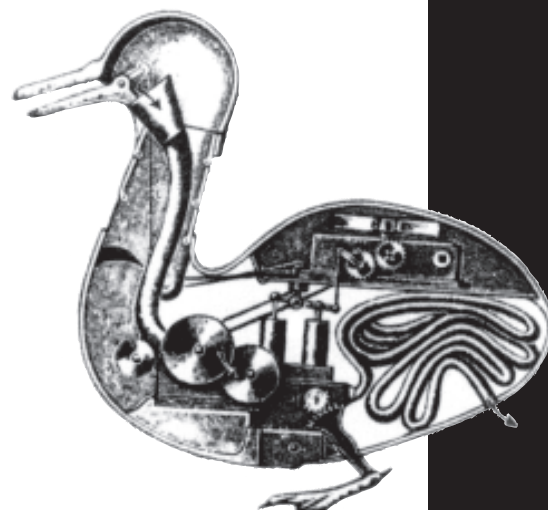
*Жить надо так,
чтобы другим
неповадно было.*

Геннадий Малкин



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Благоприобретенные призраки»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Эдварда Бурне-Джонса «Страх перед истиной».
Наверное, в отражении можно увидеть и прошлое,
и настоящее, а может и будущее. А вот о том,
что видит человек при недостатке кислорода,
читайте в статье «Женя, дыши!»*





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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Главный художник
А.В.Астрин
Ответственный секретарь
Н.Д.Соколов

Редакторы и обозреватели

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

Производство

Т.М.Макарова

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 29.12.2004
Допечатный процесс ООО «Марк Принт
энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

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

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

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

© Издательство
научно-популярной литературы
«Химия и жизнь»



Химия и жизнь — XXI век

4

Эффективность работы
Центра исследований
и разработок компании
ЮКОС в первый же год
оказалась втрое выше,
чем при таких же
затратах бывает
в Европе.

29

Способен ли обычный
человек понять, что
делают ученые в своих
лабораториях с ДНК?
Опыт Японии показывает:
обычный человек
способен даже сам
выделить ДНК.



РЕПОРТАЖ

В.Стрельникова
ТРОЙНОЙ ПРЫЖОК, ИЛИ НАУКА ОТ ЮКОСА ГОД СПУСТЯ 4

ТЕХНОЛОГИИ

И.Ю.Литвинцев
ОЗОН: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ 14

В.Благутина
ВЧЕРА РАБОТАЛИ НА ЗАПАД, СЕГОДНЯ — НА СЕБЯ 18

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Р.Е.Ровинский
КАК ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ ПОВЕЗЛО С CO₂ И N₂ 20

ДИСКУССИИ

А.А.Махров
БЛАГОПРИОБРЕТЕННЫЕ ПРИЗРАКИ 24

ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

Н.К.Янковский
ГДЕ ПОТРОГАТЬ ДНК 30

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

М.Ю.Корнилов
ПЯТЬ НОВЕЛЛ О НАНОУГЛЕРОДЕ 35

Б.З.Кантор
О МИНЕРАЛАХ — ВООБЩЕ И В ЧАСТНОСТИ 39



35

Для обозначения очень мелких размеров стало модным добавлять к слову «нано». Тогда «наноуглеродный» — соизмеримый с длинами связей между атомами С.

В советское время академик В.А.Неговский «отрецензировал» книгу Р.Моуди «Жизнь после жизни» предельно кратко: «Это галлюцинации умирающего мозга». Но в стране, лояльной к четырем религиозным конфессиям, патофизиологии приходится предъявить более подробные аргументы.



50

В номере

4

ИНФОРМНАУКА

Про то, как трое российских ученых стали кавалерами французского ордена Почетного легиона, про новый сезон охоты на нейтрино, про наступление леса на тундру и про то, почему опыты по клонированию так часто кончаются неудачей.

14

ТЕХНОЛОГИИ

Самые интересные возможности у озона (хотя, может быть, и не такие близкие и понятные, как бытовые) — в крупнотоннажном органическом синтезе. До недавнего времени они не могли быть реализованы, но не исключено, что скоро все изменится.

20

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Существованием газоразрядного лазера человечество обязано случайности — почти точному совпадению неких свойств молекул углекислого газа и азота.

48

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Вторая банка утонуть не успела: едва коснувшись воды, она превратилась в фиолетовый огненный шар, и взрыв был — не чета первому. «Калий...» — невозмутимо сообщил шофер.

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.В.Александрин
«ЖЕНЯ, ДЫШИ!» 50

Сергей Баймухаметов
ПРИЗВАНИЯ ВАРЯГОВ НЕ БЫЛО! 54

КНИГИ

Л.Хатуль
БЕЛЫЙ ХАЛАТ И ТРЕТЬЯ ВЛАСТЬ 60

Ю.Р.Носов
КНИГА О СТЕКЛЯННЫХ НЕРВАХ 60

ФАНТАСТИКА

Константин Ситников
ОСОБОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ 65

НАВСТРЕЧУ ЮБИЛЕЮ

НАШИ МИФЫ 72

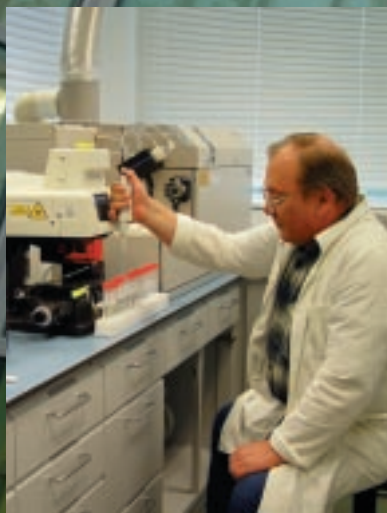
ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ	10	ИНФОРМАЦИЯ	61
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	12	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	28	ПИШУТ, ЧТО...	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	46	ПЕРЕПИСКА	72

Любовь Стрельникова

Тройной прыжок, или Наука от ЮКОСа год спустя

Несомненно, со временем что-то происходит. То ли оно сжимается, то ли ускоряется — не знаю. Только новогоднюю елку разобрали и еще не вывели иголки из щелей в паркете, а уже пора заново наряжать. Казалось бы, совсем недавно написала статью об открытии Центра исследований и разработок ЮКОСа (см. «Химию и жизнь», 2004, № 2), и вдруг звонок в редакцию: «Любовь Николаевна, приходите к нам в гости — хотим показать и рассказать, что сделали за год». «Как? Уже год прошел?!»

Но что можно сделать за год, да еще такой жестокий и разрушительный для компании ЮКОС? Мне довелось работать и в отраслевом институте, и на кафедре вуза. Я хорошо знаю, как работают в лабораториях академических институтов, что такое хоздоговор, поэтому мои сомнения имели достаточно оснований. Но то, что я увидела и услышала, превзошло самые смелые ожидания.





РЕПОРТАЖ

Перегнали Европу

За год изменилось многое. Прекрасные лаборатории ожили, наполнились смыслом и молодыми сотрудниками. Вертятся мешалки, качают насосы, работают дороги и уникальные приборы, на столах — горы образцов, склянки, проводки, одним словом, милый сердцу каждого химика творческий беспорядок. Здесь работают, наверное, с тем же азартом, что и мы в восьмидесятых — с утра до позднего вечера, не считаясь со временем и личными делами. Причин тому несколько: великолепная оснащённость лабораторий, свободный доступ к любым источникам научной информации, причем прямо в Центре, хорошая зарплата и прекрасный коллектив. Но главное — результат, который будто сам идет в руки и подогревает азарт исследователей.

«Любая компания, вкладывающая большие деньги в свои проекты, внимательно следит за их эффективностью, — рассказывает мне Михаил Рогачев, директор Центра. — Центр исследований и разработок обошелся ЮКОСу в несколько десятков миллионов долларов. Недавно мы с нашими английскими коллегами из «Davy Process Technology» оценили эффективность работы Центра в прошедшем году. К изумлению англичан, она оказалась втрое выше, чем при таких же затратах в Европе». «Действительно — втрое?» — спросила я у директора по исследованиям Центра Стивена Холлоуэя. «Это — по меньшей мере, на самом деле больше, — подтвердил Стив. — Знаете, у российских ученых потрясающие мозги, они выдают прекрасные идеи, причем много. Другое дело, что к занятию коммерциализацией у них нет ни вку-

са, ни привычки. Но здесь мы готовы оказать любую помощь». Ну что ж, судя по всему, стратегию компания не поменяла. А ее девиз известен: «Технологии без бизнеса — бесполезны. Бизнес без технологий — невозможен. Успех достигается за счет эффективного их сочетания».

Напомню, что Центр исследований и разработок создан год назад по идее Михаила Ходорковского. Он должен был стать и стал первым корпоративным Центром в России, который по своей оснащённости, структуре, управлению и подходу к решению задач не уступает лучшим мировым центрам, а в чем-то и превосходит. Идея, заложенная Ходорковским и воплощенная коллективом Центра, блестяще оправдала себя. За год исследователи Центра решили или почти решили огромный спектр задач, насущных для отрасли, — в области нефтедобычи, глубокой переработки нефти, утилизации попутных газов, в области создания новых квалифицированных продуктов нефтехимии, разработки альтернативных источников энергии, экологического мониторинга и многого другого. А теперь — поподробнее.



Пора гасить факел

Горящие факелы над нефтяными скважинами хорошо видны, если лететь на самолете над Западной Сибирью. Это горит попутный газ — наши с вами природные ресурсы и деньги. Более безответственного решения проблемы попутных газов в XXI веке представить трудно. В принципе попутный газ можно было собирать и по трубопроводам вбрасывать в газовые магистрали. Но все они принадлежат Газпрому, он у нас монополист по газу, и ему совершенно неинтересно, чтобы другие компании использовали его сети. Потом считай, какая у кого доля, — морока, пусть лучше факелы горят. Они и горят, и будут гореть до тех пор, пока не появится надежная и экономичная технология утилизации попутного газа.

В Лаборатории газохимии, которую возглавляет доктор химических наук Алла Юрьевна Крылова, под тягой я увидела множество пробирок с прозрачной, как вода, жидкостью. «Что это?» — спрашиваю у сотрудников. «Синтетическая нефть, точнее бензин с керосином». Синтетическую нефть — смесь чистейшего бензина, керосина и дизельного топлива (фракции C_5-C_{17}) здесь делают из того самого попутного газа, который сгорает в факелах. Этот процесс, называемый GTL (Gas to liquid — газ в жидкость), не новость, им занимаются во многих лабораториях мира. Он основан на синтезе Фишера-Тропша, известном почти 100 лет. Суть в том, что при паровой конверсии метана можно получить смесь CO и H_2 , а эту газовую смесь с помощью ката-

лиза можно превратить в самые разные жидкие углеводороды. Вот эту последнюю стадию процесса GTL, от которой зависит качество получаемых углеводородов, разрабатывают в лаборатории газохимии. Здесь решающую роль играет катализатор. В зависимости от его состава и структуры можно получать бензин или дизельное топливо, а можно — чистейшие твердые углеводороды до C_{100} , то есть парафины и воски для свечей, сгорающих без остатка, можно сделать чистейшую жировую основу для косметики заданного состава, смазки и многое другое.



Наиболее перспективный катализатор для процесса GTL — кобальтовый. Но сделать высокоселективный катализатор с высокой механической прочностью, устойчивый к перегреву и способный давать именно тот продукт, который мы хотим, — дело сложнейшее и тончайшее, сродни искусству. Здесь метод «пальцем в небо» не годится. Да никто в Центре так и не работает. В лаборатории А. Крыловой 16 мощных компьютеров объединили в кластер и создали суперкомпьютер, который позволяет проводить квантово-химические расчеты. Благодаря этому у исследователей есть возможность рассчитывать модели активных центров, изучать механизм их действия и создавать аналоги в материале. Таких исследований не ведет никто в мире.



В лаборатории создают различные катализаторы и изучают их физико-химические свойства с помощью температурно-программируемой спектроскопии. А затем образцы испытывают в деле — в синтезе углеводородов из синтез-газа. В лаборатории выполняют синтез под давлением в металлической аппаратуре и, не сходя с места, анализируют все продукты каталитической реакции — газы, жидкости и твердые вещества. Благо уникальное оборудование, которым оснащена лаборатория, позволяет это делать.

За прошедший год в лаборатории создан новый кобальтовый катализатор, устойчивый к высокой температуре. А это значит, что в скором времени компании не надо будет платить огромные деньги, покупая катализатор за рубежом. Его будут делать в России. Сейчас Центр занимается патентованием этого результата и планирует дальнейшие шаги. А они очевидны. Теперь, когда создан собственный эффективный катализатор, а налаживание технологии его производства — вопрос одного года, надо проверить его на опытной промышленной установке. Компания планировала построить такую установку производительностью 1 млн. тонн продукта в год в Нефтеюганске. Проектирование установки начато, уже сделано технико-экономическое обоснование, но дальнейшая работа оста-

новлена по понятным причинам. Этот проект требует инвестиций около — 0,5 млрд. долларов. В сущности, не такие большие деньги на фоне миллионов кубометров природного и попутного газа, каждый год сгорающих в факелах. К стати, в Катаре уже два года строят завод, на котором из попутного газа будут делать дизельное топливо и на танкерах отправлять в Калифорнию. Его должны запустить в 2006 году. В ЮКОСе планировали запустить производство в 2007-м. Как теперь это все будет — неизвестно.

«Вообще, технологии, подобные GTL, — это очень дорогие проекты, которые могут позволить себе лишь крупные нефтяные компании с грамотной стратегией, — считает А. Крылова. — В этом смысле стратегия компании ЮКОС была разумной и государственной: не сжигать добро, не загрязнять окружающую среду, не платить штрафы, а делать продукт, необходимый обществу».

Теперь, благодаря работам Центра, можно на месте превращать попутный газ в прозрачную синтетическую нефть или дизельное топливо, свободное от серы, тяжелых фракций и прочего. Правда, тут возникает еще один вопрос: что делать с готовым продуктом? Если его получат в Сибири, то будут вбрасывать в магистральный нефтепровод компании, где течет черная нефть. Нелепо? Да. Но иного способа доставить чистый бензин, керосин и дизельное топливо из Сибири в центральные регионы, где на них основной спрос, нет. Можно, конечно, строить железные дороги и гнать цистерны, но это весьма накладно. Другое дело, когда такое производство будет построено, скажем, в Самаре. Здесь тоже планируют потушить факелы и делать тот продукт, который необходим региону, —

бензин, керосин или дизельное топливо. К счастью, в центральном регионе транспортные коммуникации налажены, и чистую синтетическую нефть не будут мешать с черной.

Согласитесь, получить такой результат всего за год работы — это выдающееся достижение. К слову сказать, в лаборатории А. Крыловой работают три доктора наук, пять кандидатов наук и один еще не защитившийся сотрудник. Никакого технического персонала здесь нет. Только исследователи, работающие и руками и головой.



Мировой патент

Свой рассказ об утилизации попутного газа мы начали со второй стадии процесса GTL, которая очень важна — она определяет качество и параметры готового продукта. Но первая стадия, когда из попутного газа получают синтез-газ, тоже ключевая — именно она определяет, насколько выгоден весь процесс, потому что на ее долю приходится 60% капитальных затрат. Проблемы, возникающие на этой стадии, успешно решают в Лаборатории новых материалов, которой руководит доктор химических наук Владимир Мордкович.

«Процесс паровой конверсии метана в мире хорошо разработан, — рассказы-



вает В. Мордкович. — Иными словами, сегодня хорошо известно, как это сделать дорого. А мы должны сделать процесс относительно дешевым и мобильным». Действительно, классическая паровая конверсия метана — это громозд-

кий процесс, требующий огромного расхода энергии, которую надо подводить в виде острого пара и отводить в виде тепла. В лаборатории В.Мордковича занялись мембранной каталитической конверсией, основной принцип которой также хорошо известен. Но здесь есть узкие технологические места.

Превратить метан в смесь угарного газа и водорода можно не только с помощью пара, но и добавляя кислород. Кислород берут из воздуха, для чего и нужна селективная мембрана. Такие керамические мембраны, дефицитные по кислороду, известны. Если с одной стороны мембраны находится воздух, а с другой — метан, то кислород из воздуха при 800–900° будет проникать в мембрану за счет ионного транспорта, выходить с другой стороны и взаимодействовать с метаном. Из керамической мембраны можно сделать трубчатый реактор: снаружи — поток воздуха, внутри — метана. Реакцию конверсии достаточно зажечь, а дальше она сама будет поддерживать себя, поскольку процесс идет с выделением тепла. Все красиво и логично.

Но есть две проблемы, из-за которых процесс этот до сих пор не реализован в промышленности. Проблема первая: мембрана должна быть очень тонкой, микронной толщины, чтобы через нее проскочило как можно больше кислорода. Но при этом она должна быть жесткой. Ясно, что тонкую пленку мембраны надо наносить на жесткий пористый носитель. Но как ее плотно соединить с пористой основой?

Вторая проблема: как герметично закрепить эту керамическую мембрану внутри стального реактора? То есть керамическую трубку — внутри стальной, чтобы потоки воздуха и метана не могли перемешиваться. Вторая проблема важнее и сложнее первой, поскольку без ее решения никакой трубчатый реактор не построишь.

Над этими технологическими головоломками вот уже несколько лет бьются исследователи пяти крупных и множества малых компаний, объединенных в два консорциума: один под руководством Министерства энергетики США, а второй — Европейской Комиссии. Все они используют огромные государственные средства, но результата пока не получили. А в лаборатории Мордковича за год (!) вторую задачу решили — придумали, как герметично закрепить керамическую мембрану, чтобы она работала без замены в течение трех лет при температуре до 1000°. По понятным причинам я не могу говорить о деталях — это ноу-хау. Сейчас эта идея зарегистрирована в России как изобретение. Благодаря работам группы В.Мордковича теперь можно делать компактные трубчатые реакторы для мембранной конверсии метана в синтез-газ. Представьте



РЕПОРТАЖ

себе стальную трубу диаметром 3 метра и длиной 12 метров, внутри которой находится пучок керамических труб меньшего диаметра. По керамическим трубам идет поток метана, а снаружи, в зазоре между керамическими и стальной трубами, — воздух. Такой трубчатый реактор выдает 30 тысяч кубических метров синтез-газа в час.

Подводя итог, можно сказать, что работы В.Мордковича и А.Крыловой всего лишь за год вплотную приблизили Россию к практическому решению проблемы утилизации попутного газа. Поэтому я надеюсь, что скоро большинство факелов в России погаснет.

Золотой кокс и золотая сажа

Впрочем, в лаборатории В.Мордковича занимаются не только GTL. Сам он известен в мире как специалист по углеродным материалам. Поэтому неудивительно, что здесь за год был разработан проект перевода промышленности на новый процесс получения так называемого квалитированного кокса — продукта, необходимого в металлургии.

Как ни удивительно, но потребление кокса в России год от года растет. Это связано с ростом производства стали, где необходимы электроды, сделанные из так называемого графитизированного кокса. Это особый кокс, не похожий на тот, что делают на наших коксогазовых заводах, и стоит он в 10–15 раз больше — 700–1000 долларов за тонну. Потребность России в этом материале — 100 000 тонн в год, покупаем мы его исключительно за границей, преимущественно в США. Вот и считайте, какие деньги уходят из страны.

При переработке нефти неизбежно остаются тяжелые черные фракции — мазут, гудрон. Вот из этого и делают кокс — черный твердый продукт, похожий на уголь. Западные компании отговаривают российских нефтяников заниматься этой проблемой: — не стоит, дескать, возиться с этой грязью, лучше сжигайте. То есть — «хороший кокс покупайте у нас». В лаборатории Мордковича знают, как делать дорогой кокс на наших заводах, на том оборудовании, что уже есть. Но и этой мудростью я не могу поделиться с читателями.

Однако стоимость тонны графитизированного кокса может показаться смехотворной на фоне цены за волокнистую сажу — 2,5 млн. долларов за тонну. Волокнистая сажа — это уникальный углеродный материал, потребность в котором составляет 10 тысяч тонн в год и каждый год вырастает на 25%. У нее чрезвычайно высока прочность на разрыв и в то же время высок модуль упругости. Поясню на примере. Если опору моста вы упрочните, обмотав ее стальным тросом, то в случае наклона опоры из-за движения грунта стальной трос не порвется, но растянется и мост рухнет. Если же обмотать тросом из волокнистой сажи, то опора не шелохнется — волокнистая сажа не рвется и не растягивается. В Японии в 2000 году после землетрясений была принята государственная программа, по которой с помощью этого нового материала будут упрочнены все опоры мостов и эстакад, фундаменты и молы.

Волокнистую сажу делают из попутного газа. Но обычным способом получают волокна не более двух микрон длиной. Нам же нужны сплетенные волокна длиной 20–30 см. Получить их возможно только при помощи особых ухищрений, которые разработаны в лаборатории Мордковича, в частности, с применением уникального лазера киловаттной мощности. Результаты находятся на стадии патентования. Кстати, в лаборатории работают один доктор наук, шесть кандидатов наук и два молодых специалиста.

Елка на водороде

В Центр исследований и разработок я попала перед Новым годом. Сотрудники Дмитрия Лихачева, возглавляющего Лабораторию топливных элементов и мембранных технологий, обсуждали, как они будут устанавливать елку с иллюминацией на топливных элементах. Интерес в Центре к водородной энергетике понятен: в результате утилизации попутного газа образуется синтез-газ, содержащий водород, который питает топливный элемент.

За прошедший год в лаборатории Лихачева выстроена трехуровневая система работы: синтез мономеров и полимеров для мембран будущих топливных элементов, детальное исследование

структуры и физико-химических свойств полученных полимеров и, наконец, испытание новых материалов в работающей моноклетке топливного элемента. Сегодня разработчики топливных элементов в основном используют известную мембрану нафьон, сделанную еще в 60-х годах в компании «Дюпон». По сути, это тефлон, модифицированный кислотными группами. У нее много недостатков. Во-первых, она работает лишь до 80°, поэтому ей нужен очень чистый и потому дорогой водород, в котором примеси СО должны составлять не более 10 ppm. Во-вторых, эта гидрофобная мембрана нуждается в постоянном увлажнении. А это неизбежно усложняет и удорожает топливный элемент.

В лаборатории Д.Лихачева создали альтернативную мембрану из нового полимерного материала. В отличие от традиционных дюпоновских, новые полимерные мембраны работают при более высоких температурах — 150–180°. В результате они могут работать с дешевым грязным водородом, содержащим 1–3% СО и СО₂ (это в миллионы раз больше, чем выдержит дюпоновский нафьон). Они менее гидрофобны по сравнению с перфторированными мембранами, и потому не нуждаются в увлажнении. Все эти преимущества новой мембраны «от ЮКОСа» позволяют упростить конструкцию и снизить себестоимость устройства.

О водородной энергетике много говорят в последнее время, но наступление ее эры все откладывается. «Я думаю, что сегодня можно говорить о кризисе неправдивающихся ожиданий», — рассказывает Дмитрий Лихачев. — Три года назад акции канадской компании «Ballard», занимающейся созданием топливных элементов, стоили по 200 долларов, а сегодня — 10. Компания постоянно переносит сроки запуска коммерческого производства топливных элементов. Если сначала ожидали, что производство топливных элементов широко развернется в 2004–2005 г., то сейчас называют сроки 2010–2012 г. ».

В лаборатории Д.Лихачева, как и в других аналогичных лабораториях в США и Японии, есть демонстрационный проект — установка, преобразующая водород в электричество мощностью 5 киловатт. Стоит она 15 тысяч долларов. То есть один киловатт обходится в три тысячи долларов. Это очень много. Один киловатт от газовой турбины стоит 500 долларов, в автомобиле — 50 долларов. Так что пока о коммерческом использовании топливных элементов говорить рано. «Проблему можно решить, только развивая рынок, — считает Дмитрий Лихачев. — Нужно создавать демонстрационные проекты, которые позволяют оценить экономику, нужно увеличивать объем производства, чтобы снижать цену. Пока что это штучный товар. И,

конечно же, необходимо развивать соответствующие научные дисциплины. Появление тепловых машин и двигателей внутреннего сгорания стало началом термодинамики как науки, то есть потребовало создания такой дисциплины. А топливные элементы — многоаспектная проблема, которая требует развития таких дисциплин, как электрохимия, материаловедение, катализ и термодинамика применительно к новому этапу технического прогресса».

Тем не менее лаборатория Д.Лихачева планирует в ближайшее время создать автономную установку на топливном элементе в Самаре, когда будет потушен факел и появится синтез-газ с водородом. Она позволит обеспечить электричеством и теплом предприятия ЮКОСа в Самаре.

Воздух + вода = нефть

Водородная энергетика — все-таки дело будущего, пусть и не такого далеко. Пока же мы удовлетворяем свой энергетический голод за счет нефти и добывать ее будем еще многие десятилетия. Другое дело, что легко добываемая и потому относительно дешевая нефть стремительно заканчивается. «Эти активные запасы уменьшаются в России на 250 млн. тонн в год, — рассказывает доктор химических наук Александр Волошин, возглавляющий в Центре Лабораторию нефтедобычи. — А коэффициент извлечения нефти — отношение того, что можно извлечь, к общим запасам — сегодня снизился до 35%. А почему нельзя извлечь всю нефть, спросите вы? Дело в том, что традиционные методы добычи имеют пределы эффективности извлечения. Кроме того, изрядная доля запасов в



мире приходится на тяжелую, очень вязкую нефть, которую трудно добыть. Правда, здесь тоже можно исхитриться. В мире используют метод внутрипластового горения. Нефть поджигают под землей, она горит, температура повышается и вязкость снижается. Есть еще один способ — закачивать в пласт углекислый газ, который, растворяясь в нефти, уменьшает ее вязкость. Его активно применяют, например, в США, где есть месторождения углекислого газа. У нас же в России их нет.

«Для нашей компании, которая добывает нефть в Западной Сибири, проблема добычи вязкой нефти не актуальна, — рассказывает Александр Волошин. — Для легких сибирских нефтей главная проблема — извлечь остатки, которые порой составляют львиную долю запасов. Задача нашей лаборатории и заключалась в том, чтобы решить эту проблему».

За основу в лаборатории А.Волошина взяли термогазовый метод, разработанный в 70-х годах профессором А.А.Боксерманом, и предназначенный для добычи легких, то есть с низкой плотностью, маловязких нефтей, остатки которых находятся в уже заводненных пластах. Напомним, что нефть из пластов вытесняют водой, которую нагнетают в соседние с добывающими скважины. Суть метода проста. Через нагнетательную скважину в продуктивный пласт под давлением нагнетают поочередно воздух и воду. Нефть не горит, но активно идут окислительные процессы. «Основные продукты окислительных реакций — это углекислый газ и легкие нефтяные фракции, — рассказывает А.Волошин. — Под давлением углекислый газ и азот воздуха растворяются в нефти и дополнительно вытесняют ее».

Этот простой и щадящий метод применим лишь на тех месторождениях, где температура в пласте достигает 60° и давление — 200 атмосфер. Большинство месторождений в Западной Сибири отвечают этим условиям, и в лаборатории А.Волошина разработали проект применения термогазового на объектах ОАО «Томскнефть» ВНК. Поскольку никаких дополнительных реагентов кроме воздуха и воды метод не требует, а все оборудование — это мощный компрессор, нагнетающий воздух в скважину, про-



цесс получился очень дешевым, то есть экономически привлекательным. А результат — блестящим. Если этот проект удастся запустить, а это планировали сделать уже в 2005 году в «Томскнефти», то коэффициент извлечения нефти можно будет повысить на 7–15% и извлекать из скважины не 30% нефти, как сейчас, а значительно больше. Применение метода в масштабах только одного объединения по существу эквивалентно открытию еще одного-двух нефтяных месторождений.

Самые надежные анализы

Принято считать, что нашим крупным нефтедобывающим компаниям наплевать на экологические проблемы. Но, как выяснилось, это не так, во всяком случае, применительно к ЮКОСу. Чтобы понять, какой ущерб наносят нефтедобывающие производства окружающей среде, надо было создать унифицированную систему инструментального аналитического контроля объектов окружающей среды. Эту идею предложила доктор химических наук Татьяна Марютина, заместитель заведующего Аналитической лабораторией. Руководство компании идею поддержало, и дело пошло. Начали с того, что провели химический «аудит» экологических лабораторий компании в Томском регионе — что и как делают, какие методы и приборы используют, какая квалификация у сотрудников. И это разумно: сравнивать можно результаты анализов, выполненных по одной методике на одинаковом оборудовании. Теперь такая ясность есть. Затем организовали экспедицию в Томский регион и Ханты-Мансийский автономный округ, обследовали 15 место-



рождений и шламонакопителей и отобрали 500 килограммов проб почвы из 600 точек с фоновых и нарушенных территорий в пределах лицензионных участков. Кстати, пробы отбирали специалисты-почвоведы из МГУ им. М.В.Ломоносова и ЗАО «Экопроект» (Санкт-Петербург). Теперь эти пробы, которые (во избежание чьей-то заинтересованности) все зашифрованы, последовательно анализируют на катионы и анионы, содержание металлов, полиароматики, нефтепродуктов и многого другого.

Почвы все разные, по-разному накапливают загрязнения, так что задача очень объемная и дорогая. Но для крупной компании со множеством производств — необходимая. Дело в том, что стандартные государственные методики анализа загрязнений дают ошибку до 70%. Методики старые и часто достаточно примитивные. И пришло время заменить их современными экспресс-методами. Этим и занимаются в Центре. Кроме того, уже созданные методики могут пригодиться в случае споров в арбитраже, когда из-за грубых анализов компании грозят штрафами.

Через месяц-другой будет завершена аналитическая работа с образцами почвы и создана карта загрязнений в Томском и Ханты-Мансийском округах. Можно будет увидеть динамику накопления и миграции загрязнений на разных объектах и почвах. А еще можно будет узнать, как трансформируются нефтепродукты в шламонакопителях — этим вопросом вообще никто до сих пор не задавался. Все эти знания очень полезны и на практике, например, для выбора наиболее рационального способа рекультивации почв, которой также занимается компания. В перспективе — модернизация региональных лабораторий, обучение местных экологов и многое другое. «Необычайно интересная и творческая работа, — рассказывает Т.Марютина. — Позволить себе ее может только компания с очень серьезной и ответственной экологической политикой».

Что дальше?

Я рассказала лишь о некоторых результатах работы Центра за год. На самом



деле их больше, но статья не вмещает всего. На мой взгляд, за год выполнена колоссальная исследовательская работа. Оценки директора Центра более будничные. «Центр выполнил годовую программу, — считает Михаил Рогачев. — Очень важно показать, что создана работающая и эффективная модель корпоративного и отраслевого центра в России, который может давать запланированные результаты. Услугами подобных корпоративных центров во всем мире пользуются государства, вовлекая их в государственные



РЕПОРТАЖ

программы и финансируя исследования. Когда мы создавали Центр и искали научного руководителя Центра, мы провели переговоры с сотрудниками нескольких крупных зарубежных компаний. И каждый раз меня удивлял вопрос: «В каких государственных программах вы собираетесь участвовать?» Позже я узнал, что, скажем, в Америке значительная часть работ корпоративных центров финансируется по грантам и программа государственных американских институтов. Во Франции модель другая. Французский институт нефти (IFP) — государственный, но при этом одну треть финансирования он получает от частных компаний, остальное — по государственным программам. Выходит, что частные компании получают результаты исследований за одну треть цены. А государство влияет на стратегию развития нефтяной отрасли.

Итак, что у нас есть? — продолжает М.Рогачев. — У нас есть великолепный Центр, построенный на российской земле и оснащенный прекрасным оборудованием, есть коллектив специалистов высокого класса, который может быстро за год, есть патенты и изобретения, защищенные российским законодательством. Что нас ждет в связи событиями вокруг ЮКОСА? Тяжелая судьба российских институтов, которые в свое время тоже достойно финансировались и были хорошо оснащены. Выход из ситуации возможен, если мы получим заказы на исследования от других компаний нефтегазового комплекса или станем участниками государственных программ».

Грех, если наше государство не будет использовать этот потенциал в интересах общества. Глупо, если крупные корпорации, включая западные, не придут в Центр за технологическими решениями мирового уровня. Так вперед! Центр открыт для сотрудничества.

«Знаете, этот год работы в Центре был годом настоящего счастья, воплощением мечты любого исследователя», — сказала мне молодая и красивая Татьяна Марютина. И сердце мое сжалось от этого «был».

**Центр исследований
и разработок ЮКОС**
research-centre@yukos-rd.ru
Тел. (095) 730-61-01
Факс: (095) 730-6102
Россия, 119333 Москва,
Ленинский пр., 55/1, стр. 2

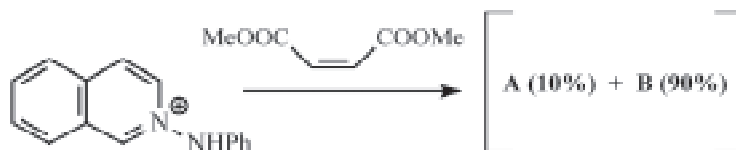
Задачи для разминки к Олимпиаде



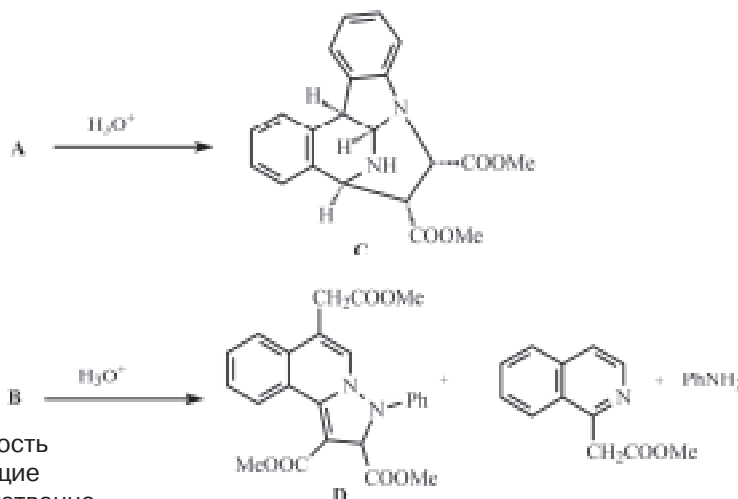
ИНТЕРВЬЮ

Задача № 1.

Взаимодействие N-фениламиноизохинолина с диметилмалеатом в присутствии триэтиламина приводит к образованию изомерных продуктов **A** и **B**.



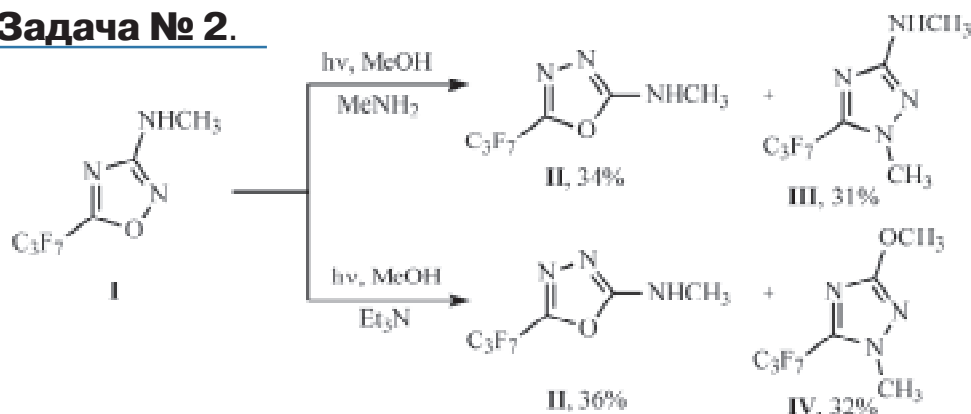
Установлено, что в результате водно-кислотной обработки полученной реакционной массы продукт **A** переходит в вещество **C**, а из продукта **B** образуется вещество **D**, анилин и метиловый эфир (изохинолин-1-ил)уксусной кислоты.



Определите структуру зашифрованных веществ **A** и **B**; предложите механизмы их образования и превращения в соединения **C** и **D**. Объясните преимущественное образование соединения **B** в первой реакции и диастереоселективность при превращении **A** в **C**. Укажите причины, определяющие различные пути трансформации **A** и **B** в **C** и **D**, соответственно.

Задача № 2.

Полифторалкилзамещенный оксадиазол **I** при облучении в метаноле в присутствии избытка метиламина превращается в продукты **II** и **III**, а при замене метиламина на триэтиламин — в продукты **II** и **IV**:



Фуразан **V** в тех же условиях реагирует с образованием продуктов **VI** и **VII**:



Определите строение соединений **VI** и **VII**. Предложите механизм всех трех приведенных реакций.





IV ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

в апреле 2005 года в Москве
на Химическом факультете МГУ



- ChemBridge Corporation
- Химический факультет МГУ
- Высший химический колледж РАН
- при информационной поддержке журнала "Химия и жизнь-XXI век"

приглашают
студентов старших курсов, аспирантов и
молодых ученых принять участие в
IV Всероссийской олимпиаде по органической химии,
проводимой в рамках Международной
конференции студентов и аспирантов
по фундаментальным наукам "Ломоносов-2005".

Председатель:

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

Заместитель председателя:

А. В. Анисимов, профессор, д. х. н.,
заместитель декана Химического факультета
МГУ им. М. В. Ломоносова

Организационный комитет:

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

ПОБЕДИТЕЛЕЙ ОЖИДАЮТ ПРИЗЫ:

- **ПЕРВЫЙ ПРИЗ – 10 000 рублей,**
- **ДВА ВТОРЫХ ПРИЗА – по 5 000 рублей,**
- **СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРИЗ – 5 000 рублей лучшему из химиков,**
участвующих в Олимпиаде повторно.

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

Международный симпозиум
"Advances in Science for Drug Discovery"
пройдет на теплоходе
11-16 июля 2005 года.

Маршрут:
Москва-Кижы-Валаам-С.Петербург.

Регистрационная форма и задачи для разминки опубликованы на сайте www.chembridge.ru
и в журнале "Химия и жизнь – XXI век" (2005 г. № 1).

Первым пяти иногородним участникам, приславшим правильные решения разминочных
задач, а также участникам олимпиады, вошедшим в десятку сильнейших,
Фирма компенсирует проезд в Москву*.

**МЫ ЖДЕМ ВАС!
ПРИХОДИТЕ И ПОБЕЖДАЙТЕ!**

Регистрационные формы присылайте до 28 марта 2005 г.**

Адрес: Москва, 119048, а/я 424

E-mail: Olimpiada@ChemBridge.ru

Тел.: (095) 775-06-54 доб.12-19, 12-01

www.chembridge.ru

*В обе стороны, исходя из стоимости плакартного билета.

**Регистрация в день проведения олимпиады не гарантирует предоставления пакета участника олимпиады.

ПОДСЧЕТ ГАЗЕЛЕЙ ИЗ КОСМОСА

Зоологи из Нью-Йорка придумали, как со спутника пересчитать газелей и жирафов в зоопарке и в заповеднике.

Stephen Sautner,
ssautner@wcs.org

В зарубежных лабораториях

Высоко над Землей, в 280 километрах от поверхности планеты, летает частный американский спутник «Быстрая птица». Именно установленные на нем камеры позволили выполнить заказ зоологов из зоопарка Бронкса, которые захотели по фотографиям из космоса пересчитать газелей, жирафов и прочих животных, пасущихся в просторных вольерах. И действительно, на полученных изображениях все животные были видны очень четко.

Возникает вопрос: а не проще ли было их пересчитать с земли? Проще, но этот эксперимент был лишь первым этапом программы, которую задумал доктор Эрик Сандерсон. В зоопарке методику подсчета животных с небес лишь опробуют. А настоящая задача — следить за состоянием заповедников, куда никаким иным способом, кроме как из космоса, не заглянешь. «С помощью космической технологии мы сможем, не выходя из нью-йоркской лаборатории, наблюдать и за семьями слонов в Серенгети, и за стаями фламинго в Боливии, и за бизонами или антилопами в Вайоминге», — говорит доктор Сандерсон.

ХЛОРИРОВАНИЕ КЛУБНИКИ

Американские ученые предлагают дезинфицировать ягоды, фрукты и овощи с помощью газообразного диоксида хлора.

Rich Linton,
linton@purdue.edu

В зарубежных лабораториях

«Множество продуктов попадает в нашу страну из таких мест, где мы не можем контролировать санитарные правила выращивания. А ведь, скажем, клубника растет очень близко к земле, и на ягоды попадают болезнетворные бактерии. Да и собирают ее не всегда чистыми руками, — говорит профессор университета Пэрдью (США) Рич Линтон. — Возникает задача дезинфекции».

Сейчас в США для этого используют хлорированную воду. Однако она удалит лишь 99,5% бактерий и вирусов на поверхности ягод. А американская Администрация еды и лекарств собирается издать более жесткий норматив, согласно которому должно быть удалено 99,999% патогенов. Именно такое значение дает предложенная профессором Линтоном и его коллегами обработка ягод газообразным диоксидом хлора.

Для этого достаточно либо положить ягоды в емкость, заполнить ее газом и держать полчаса, либо продувать газом в течение десяти минут. В обоих случаях почти все кишечные палочки и листерии оказываются убитыми. Вдобавок ягоды дольше сохраняют свою свежесть.

«Кому ни приходилось расстраиваться, вытаскивая из коробки ягоды клубники, которые из-за пушистой плесени стали похожи на мышек. А после нашей обработки они смогут пролежать в холодильнике хоть шесть недель. Правда, кто же им позволит так долго лежать», — замечает профессор Линтон.



ФЕРМЕНТ, КОТОРЫЙ РАСПРОСТРАНЯЕТ ОПУХОЛЬ

Датские ученые нашли фермент, который способствует распространению метастазов раковой опухоли.

Morten Johnsen,
mortenj@my.molbio.ku.dk

В зарубежных лабораториях

Самое страшное свойство раковой опухоли — распространяться по всему организму и давать метастазы. Будучи удаленной в одном месте, она может возродиться в другом, и все лечение пойдет насмарку. Возможно, путь к решению проблемы подсказывает исследование датских медиков из больницы Копенгагенского университета и университетского же Института молекулярной биологии. Они обнаружили, что опухоли для распространения на другие участки тела необходим фермент урокиназа — активатор плазминогена (urokinase plasminogen activator). В норме этот фермент способствует рассасыванию тромбов, однако организм может жить и без него. Поэтому урокиназу можно безо всякой опаски отключить тем или иным методом. Например, у подопытных мышей убрали соответствующий ген. В результате вероятность распространения метастазов рака молочных желез у них уменьшилась в семь раз!

«Этот результат кажется очень привлекательным, — считает руководитель отделения онкологии Торбен Сковсгаард. — Если клинические испытания подтвердят, что нейтрализация фермента поможет прекратить развитие опухолей, то в наших руках окажется ключ к решению проблемы метастазов».

АМЕРИКАНСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Американские инженеры начали испытания системы для производства электроэнергии, которая состоит из небольших солнечных электростанций.

Пресс-секретарь
Chris Burroughs,
coburro@sandia.gov

В зарубежных лабораториях

«Наша система, в отличие от уже существующих, состоит из маленьких модулей, и электростанцию можно вводить в строй постепенно, — говорит Чак Андарка, руководитель проекта со стороны Сандийской национальной лаборатории Минэнерго США. Собственно, именно на полигоне этой лаборатории и начались испытания системы, состоящей из шести модулей, которые сделал второй участник проекта — компания «Stirling Energy Systems Inc.».

Один модуль состоит из 82 маленьких зеркал, размещенных на алюминиевой сотовой структуре в форме миски. Эти зеркала фокусируют солнечный свет на поглотитель. Тот превращает свет в тепло и передает его цилиндру двигателя, где находится водород — расширяясь при нагреве он двигает поршень и переводит тепло в механическую энергию, а потом — в электрическую. Эффективность преобразования весьма неплоха — 30%.

«В принципе, солнечное поле размером сто на сто миль где-нибудь в Аризоне обеспечит электроэнергией всю страну, — говорит исполнительный директор компании Боб Линден. — Сейчас один модуль вырабатывает 25 кВт электроэнергии в день, а стоит 150 тысяч долларов. При серийном производстве цена должна упасть до 50 тысяч, и тогда проект солнечных энергетических полей оказывается конкурентоспособным».

Кстати, эксперименты с подобными солнечными электростанциями, которые в советское время проводили в пустынном Крыму, показали, что помимо энергии зеркала дают неплохой экологический эффект: в тени под ними возникают благоприятные условия для возрождения жизни — там начинает расти трава, причем в таком количестве, что ее вполне хватает на корм мелким полезным животным вроде домашних коз.



НАНОТРУБОЧНЫЙ ДАТЧИК

Американские ученые создали на основе нанотрубок датчики для анализа состава биологических жидкостей прямо в теле живого существа.

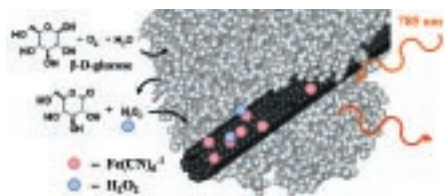
Пресс-секретарь
James E. Kloeppel,
kloeppel@uiuc.edu

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

Если на одностенную углеродную нанотрубку посветить инфракрасным лазером, то она тоже начнет излучать инфракрасный свет. И это хорошо, потому что именно для такого света прозрачность наших тел значительно больше, чем для видимого. То есть, сделав из нанотрубки датчик на содержание глюкозы и поместив его внутрь кровеносного сосуда, можно будет, посветив на соответствующее место лазером, узнать, какова концентрация глюкозы здесь и сейчас. Именно это и сделали ученые из Иллинойского университета (США).

Они взяли нанотрубки и нанесли на них тончайший, толщиной в одну молекулу, слой фермента глюкозооксидазы. В результате его взаимодействия с глюкозой образуется перекись водорода и сразу же связывается с ионами феррицианида, которыми ученые модифицировали поверхность датчика. При этом меняются электронная структура и, соответственно, оптические свойства нанотрубок. И чем больше глюкозы прореагировало с ферментом, тем сильнее нанотрубка станет светиться.

«Своими манипуляциями мы не разрушили ни единой связи между атомами углерода. Такой датчик будет работать значительно дольше, чем органические вещества, разрушающиеся при флюоресценции, — говорит руководитель работы профессор Михаэль Страно. — Кроме того, покрывая нанотрубки другими соединениями, удастся создать системы анализа для самых разных классов веществ».



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

ДАТЧИК ДЛЯ БЕТОНА

Американский инженер придумал датчик, который поможет следить за тем, как застывает бетон.

Пресс-секретарь
Mary Dolheimer,
dolheimerm@etown.edu

«Когда готовят индейку, в тушку вставляют градусник и с его помощью следят за тем, не слишком ли быстро или, наоборот, медленно готовится птица. Аналогично, вставив датчик в бетон, можно установить его истинную прочность и в случае нужды предпринять какие-то дополнительные меры», — поясняет свою идею Натаниэль Хагер из Элизабеттаунского колледжа (США).

Суть этой идеи в том, чтобы распределить по бетонной конструкции датчики и собирать с них информацию. Датчики отражают короткие электрические импульсы, поступающие извне, и в них оказывается информация как о количестве свободной воды, так и о той, что связалась с цементом. Определяя зависимость этих двух параметров от времени затвердевания бетона, можно следить за увеличением твердости материала.

По мнению авторов работы, их система пригодится прежде всего разработчикам цементных смесей: они смогут доподлинно узнать, что происходит в замешанном ими бетоне. А ответственные строители будут знать, полностью ли затвердел бетон и можно ли приступать к следующему этапу, будь то строительство следующего этажа или нанесение покрытия на стены.

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

ЖИВЫЕ СОСУДЫ

Американские биологи вырастили кровеносные сосуды из отдельных клеток.

Пресс-секретарь
Ellen Goldbaum,
goldbaum@buffalo.edu

Для того чтобы вырастить кровеносные сосуды по рецепту ученых из Университета Буффало, нужно взять фибриновый гель и смешать его с клетками гладких мышц из пуповины. Затем этой матрице следует придать форму полых цилиндров с желаемой величиной внутреннего диаметра и поместить в питательную среду. Спустя две недели клетки сформируют сосуд толщиной в полмиллиметра, фибрина там не останется совсем, и его можно будет пересаживать пациенту. Остается лишь одна тонкая манипуляция: засеять внутреннюю поверхность сосуда клетками эндотелия, чтобы она выглядела как настоящая и не провоцировала образование тромбов.

Об успехе методики ученые судили по результатам опыта, поставленного на овцах. Как оказалось, сосуд, сделанный из клеток овечьей пуповины, служил своим новым хозяевам верой и правдой в течение пятнадцати недель, после чего животных принесли в жертву науке и выяснили, что в имплантатах нет ни одного тромба. «А ведь это главная проблема, которая возникает при пересадке тонких сосудов», — говорит руководитель исследовательской группы доктор Стеллидис Андреадис. Искусственные сосуды не только пригодятся для имплантации, но и послужат неплохой моделью: она поможет выяснить особенности регулирования давления в кровеносной системе млекопитающих и пригодится для испытания лекарств.

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

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ РЕАКЦИИ

Американские ученые соединили два фермента и теперь, воздействуя на один из них, можно во много раз увеличить активность второго.

Пресс-секретарь Phil
Sneiderman,
prs@jhu.edu

В эксперименте, который поставили ученые из Университета Джона Хопкинса (США) под руководством доцента Марка Остермейера, принимали участие два фермента. Первый — бета-лактамаза — разрушает антибиотики, подобные пенициллину. А второй — белок связывания мальтозы — присоединяется к сахару мальтозе, которым питается кишечная палочка.

Чтобы создать активный молекулярный переключатель, ученые соединяли противоположные концы лактамазы, разрезали получившееся кольцо в случайном месте, а затем внедряли возникшую цепочку в случайное же место второго белка. В результате возникало 27 тысяч вариантов нового соединения. И среди этого разнообразия удалось выявить одно-единственное, которое работало как молекулярный переключатель: в присутствии мальтозы, действовавшей на одну часть составной молекулы, скорость разрушения антибиотика, которым занималась ее другая часть, возрастала в двадцать пять раз! Удаление же мальтозы из раствора реакцию выключало.

«Подобные переключатели — большой шаг к созданию «умных» материалов, например, таких, которые реагируют на раковые клетки в организме или отравляющие вещества в воздухе, — говорит Марк Остермейер. — Сейчас мы стараемся найти переключатель, который фосфоресцирует в присутствии продуктов определенной клеточной активности».

Выпуск подготовил С. Комаров

Озон: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Кандидат химических наук
И.Ю.Литвинцев

Озон (O₃) — уникальный окислительный агент и в этом качестве известен ученым давно. Еще в 1904 году в Париже вышел фундаментальный труд, авторы которого предлагали использовать на практике способность озона избирательно окислять органические и неорганические соединения даже при комнатной температуре: применять его для продления сроков хранения молока, мяса, желатина, казеина и белка, для искусственного старения вин и в приготовлении пива и сидра. Некоторые из этих идей реализуются сейчас, но в крупных масштабах до последнего времени озон использовали только для обработки питьевой воды, реже — для очистки промышленных сточных вод от цианидов, роданидов, фенольных и хлорорганических соединений, красителей и т. п., а также от газообразных отходов, содержащих органику.

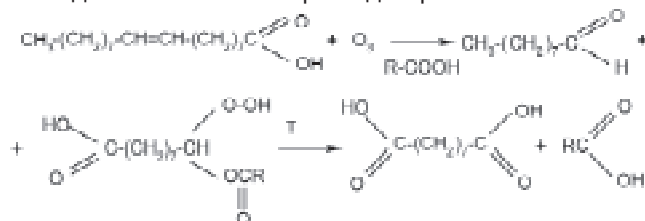
В последнее время быстро растет спрос и на применение озона в других областях. Диапазон очень велик: дезинфекция и стерилизация помещений, воды в бассейнах, увеличение срока хранения фруктов и овощей, зерна и комбикормов, хлопка и льна, консервирование, борьба с грибковой и гнилостной плесенью и неприятными запахами, бытовыми насекомыми, молью и грызунами. На молочных фермах, молоко-, сыро-, пиво-, вино- и хлебозаводах озоном стерилизуют оборудование и емкости, на птицефабриках — обрабатывают инкубаторы, птичники и продукцию, используют его и в рыбоводящей и перерабатывающей промышленности.

Озонные технологии в органическом синтезе

Пожалуй, самые интересные возможности у озона (хотя, может быть, и не такие понятные и близкие, как бытовые) — в крупнотоннажном органическом синтезе. Его уникальная окислительная избирательность позволяет

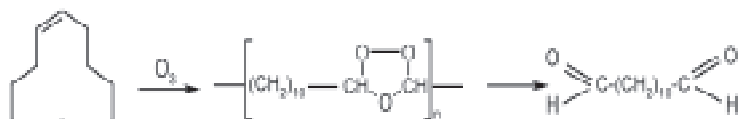
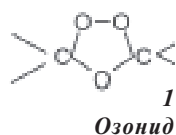
порой заменить сложный многостадийный метод с большим количеством побочных продуктов на практически безотходный одностадийный синтез. Именно то, что нужно промышленности.

Пример озонной технологии — производство азелаиновой кислоты (ее применяют при изготовлении полиамидов, полиэфиров, полиуретанов) и пеларгоновой кислоты (которая нужна для полиэфирных алкидных смол, красителей и стабилизаторов) из олеиновой кислоты, налаженное в США еще в 50-х годах компанией «Эмери индастри»:



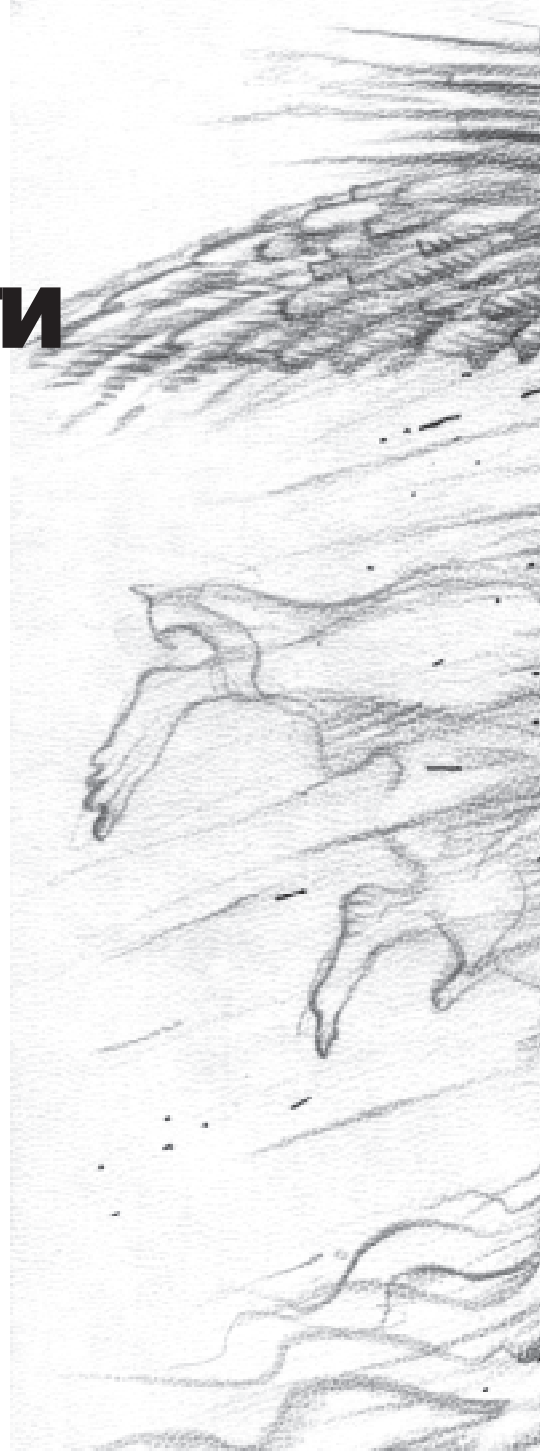
Здесь использовали специфическую способность озона присоединяться по двойной связи с образованием промежуточного озонида (в инертных растворителях) и алкокси- и ацилоксигидропероксидов (в растворах спиртов).

Одна из основных проблем при внедрении подобной технологии — безопасность. Неустойчивые и потенциально взрывоопасные озониды (рис. 1) и гидропероксиды не так просто превратить в целевые продукты. Именно нахождение безопасных путей сделало реальностью промышленный синтез додекандикарбоновой, глутаминовой, янтарной, леволиновой, никотиновой, адипиновой, монохлоруксусной и некоторых других кислот, аминокислот и их производных. Одно из наиболее перспективных направлений — применение озона для синтеза 1,10-декандикарбоновой кислоты (это исходное вещество для производства полиамида 12):



Синтез 1,10-декандикарбоновой кислоты

Простая технология, высокие выходы получаемых продуктов — казалось бы, озонные технологии должны немедленно реализоваться. Однако время шло, а озон в промышленности не пахло. Секрет прост: озон был экономически невыгоден. Очень дорого стоили не только его генераторы — громоздкие установки (10–18% от суммы инвестиций), но и само производство озона, на которое идет много электроэнергии. Отсюда и большие сроки оку-





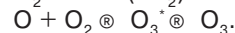
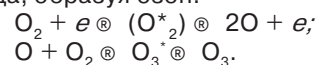
Художник П. Перевезенцев



ТЕХНОЛОГИИ

ружной стенками труб, которые и служат электродами — между ними пропускают воздух или кислород. Чтобы поле было однородным, форма и взаимное расположение электродов должны отвечать очень жестким критериям, а зазор между трубами не может превышать 5 мм (лучше 1–1,5 мм).

Проходя через зону разряда, молекулы кислорода частично диссоциируют на атомарный кислород, который реагирует с молекулой кислорода, образуя озон:



Второй возможный маршрут образования озона тоже идет через появление возбужденной молекулы кислорода: $(\text{O}^*_2): \text{O}_2^* + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_3 + \text{O}$.

По мере повышения концентрации озона все большую роль начинает играть обратная реакция его разложения. Благодаря этому концентрация озона в выходящем газе не достигает взрывоопасного предела.

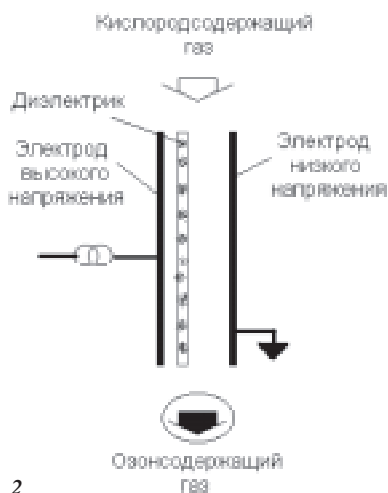
Основные зарубежные производители озонных генераторов — компании «Озония», «Уэллсбах» (США), «Ведеко» и «Сименс-Линда» (Германия), «Дегремон» и «Трелигаз» (Франция) — в основном выпускают генераторы мощностью менее 10 кг $\text{O}_3/\text{ч}$ с трубчатыми (или, в последнее время, плоскими) озонирующими элементами и, как правило, только в комплекте с компрессорами и системой подготовки воздуха. Похоже, что конструкционное улучшение модулей барьерных озонаторов обоих типов подошло к пределу. Уже несколько лет их характеристики не улучшаются, производители варьируют лишь типы компрессоров и систем подготовки газа. Чтобы устранить недостатки подобной конструкции, связанные с геометрией зазора между электродами (высокая стоимость, невозможность создания высокого давления газа, малая механическая прочность, только водяное охлаждение, большие габариты и вес), нужно найти принципиально иное решение.

Поиски его идут очень интенсивно, в том числе и в России, причем по разным направлениям: пытаются изменить ток высокой частоты, получать

паемости таких технологий. Даже в СССР, где экономические показатели не играли главной роли при выборе варианта синтеза, так и не осуществили полностью разработанные проекты установок по получению изоникотиновой, адипиновой и 1,10-декандикарбоновой кислот. Еще вчера озон в крупных масштабах применяли только в тех случаях, когда имелись веские социальные и экологические причины (очистка воды, воздуха) либо не существовало никакого альтернативного метода синтеза дорогостоящего продукта.

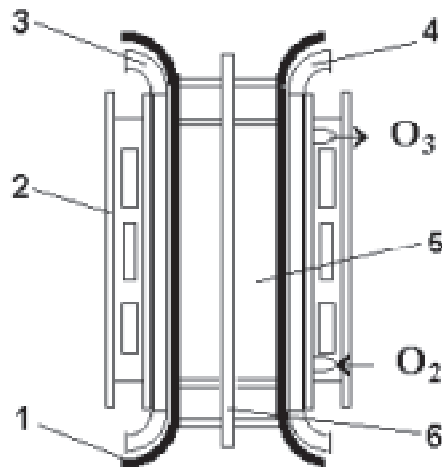
Промышленные генераторы озона

До последнего времени практически все промышленные генераторы озона работали по принципу барьерного разряда в однородном поле, или, иными словами, тихого разряда между металлическими (Al или Cu) электродами (рис. 2). В качестве диэлектрика используют пиритовое стекло, стекломаль или керамику, а озонирующий элемент — это, как правило, концентрические трубы с очень малым зазором между внутренней и на-



2
(а) Схема озонатора
(б) Плоский озонатор

1 - диэлектрик, 2 - алюминиевые ребра для отвода тепла, 3 - высоковольтный электрод, 4 - низковольтный электрод, 5 - разрядный промежуток, 6 - разделители.



озон без использования барьерного разряда, в сильно неоднородном поле, а также продумывают варианты совмещения или, наоборот, разделения разряда и охлаждения. В результате уже удалось уменьшить (в десятки раз!) вес и размеры установки, резко увеличить механическую прочность, перейти на воздушное охлаждение и снизить себестоимость озона. Ассортимент озонаторов стал значительно шире благодаря тому, что разряд и охлаждение совмещены в пространстве и времени. Более того, из таких однотипных модулей можно собирать промышленные озонаторы большой мощности.

Появление генераторов озона нового поколения («дешевого озона») заставляет в корне пересмотреть представления об ограниченных возможностях озонных технологий. Новые перспективы открываются не только в промышленной органической химии, но и в крупнотоннажных процессах нефтепереработки. Тем более что именно в нашей стране были созданы теоретические и практические основы озонлиза нефтяного сырья. Эту работу когда-то начали в Институте химии нефти СО РАН, а сейчас продолжают в РХТУ им. Д.И. Менделеева, МГУ им. М.В. Ломоносова, МГАТХТ им. М.В. Ломоносова, ИГИ и других институтах. И кому как не российским ученым искать новые пути переработки нефти и улучшения качества ее продуктов.

Озон в нефтепереработке

Светлые нефтяные фракции (бензин, нафта, керосин, газойль) в основном состоят из линейных углеводородов

(алканов и изоалканов), циклических парафинов (нафтенов), а также моно- и полиаренов. Гораздо меньше в них серо- (сульфиды, дисульфиды), тиофены, тиолы и их производные), азот- (производные пиридина и пиррола) и кислород- (кислоты, эфиры, производные фенола и фурана) содержащих соединений. В тяжелых фракциях нефти (гудрон и мазут) — больше сложных высокомолекулярных гетероатомных соединений: смол, асфальтенов и т. п. В остаточных продуктах высокотемпературной вторичной переработки нефтяного сырья, помимо упомянутых соединений, могут присутствовать и непредельные (олефиновые) компоненты.



Окисление сульфидов

А теперь вспомним об уникальных свойствах озона. В жестких условиях он может реагировать с большинством нефтяных углеводородов, зато в мягких действует очень избирательно. Поэтому, обрабатывая озонем светлые нефтяные фракции при температуре меньше 60°C, удается не только целенаправленно окислить нежелательные примеси, но и при желании выделить их, а также получить новые полезные продукты. К примеру, парафиновые, нафтеновые и моноареновые углеводороды (95 масс % и выше) почти не окисляются при непродолжительном озонировании. А нефтяные сульфиды реагируют практически мгновенно (скорость реакции определяется только скоростью подвода O_3). При этом резко меняются их физические свойства, так что можно легко убрать их из нефтяного сырья.

Практически одновременно с сульфидами реагируют производные фенола, причем их ароматический цикл разрушается до низкомолекулярных продуктов. Затем наступает очередь производных тиофенов, монобензтиофенов, пиррола и фурана и, наконец, гомо- и гетерополиаренов. На практике, чтобы оценить способность светлой фракции к озонированию и получить общее представление о составе продуктов окисления, достаточно просто учесть содержание в ней полиаренов и серы (суммарное содержание серосодержащих углеводородов).

При озонировании тяжелых фракций нефти и остаточных нефтепродуктов ситуация гораздо сложнее. Смолисто-асфальтеновые соединения имеют очень сложную структуру, которая сильно зависит от природы нефти, поэтому предсказать состав и свойства продуктов озонлиза сложно. А между тем именно переработка остаточного тяжелого нефтяного сырья и представляет наибольший практический интерес. Исследования ведутся, и, надеюсь, эта задача тоже будет решена.

Что почитать об озоне

1. Разумовский С. Д. Озон и его реакции с органическими соединениями. София, 1983.
2. Камьянов В. Ф., Лебедев А. К., Свирилов П. П. Озонолиз нефтяных компонентов. Томск, МГП «Раско», 1997.
3. Камьянов В. Ф., Свирилов П. П., Литвинцев И. Ю. и др. Озонолиз в переработке природного углеводородного сырья / Химия в интересах устойчивого развития. 1999, № 7, с. 141–155.
4. Назин А. В., Литвинцев И. Ю., Швец В. Ф., Камьянов В. Ф. Новые направления применения продуктов озонлиза нефтяного сырья / Химическая промышленность. 2003, № 3, с. 41–46.

Чтобы проиллюстрировать, насколько интересными и неожиданными могут быть уже разработанные озонные технологии, привожу некоторые из них. Они, как мне кажется, в комментариях не нуждаются.



Озон для увеличения выхода светлых фракций

Массу, оставшуюся после всей нефтепереработки, можно озонировать (при этом образуются свободные радикалы) и использовать для инициации низкотемпературного крекинга по радикально-цепному механизму. Многочисленные лабораторные и опытные проверки подтверждают, что при такой технологии на 50% и даже больше (особенно для переработки тяжелых и высокосернистых нефтей) увеличивается выход светлых фракций. Возможны два пути применения этого принципа. Некоторые исследователи считают, что можно добавлять полученный инициатор уже на стадии ректификации и таким образом совместить атмосферную перегонку и низкотемпературный крекинг непосредственно в кубе колонны, особенно на малотоннажных НПЗ. Другие считают более приемлемым для практической реализации другой вариант: отдельно проводить низкотемпературный иницированный крекинг мазута (и/или гудрона).

Кроме того, с помощью озона создана высокоэффективная активационная добавка, с помощью которой иницируют процессы нефтепереработки и нефтехимии (термический и каталитический крекинг, висбрейкинг, пиролиз и окисление гудронов). Если эту добавку делать на автономной установке, то технология получается довольно гибкой, и значительный эффект достигается практически без изменения технологии вторичного процесса. Когда процессы, перечисленные выше, проводят с применением добавки, то они либо проходят в более мягких условиях при сохранении основных показателей, либо ощутимо увеличивается производительность. Одновременно уменьшается коксообразование и улучшается качество продуктов (для моторных топлив — уменьшается содержание серы).

Улучшение качества топлив

Как мы уже отметили, топлива, полученные с помощью добавки, иницирующей крекинг, имеют улучшенные экологические характеристики по сравнению с аналогами, полученными классическим путем. Но если даже не менять технологию, а просто обработать озонсодержащим газом уже готовые нефтепродукты, то их экологические характеристики становятся существенно лучше. Так, ученые предложили несколько вариантов удаления остатков серы из бензина и газойля. Поскольку в процессе озонлиза образуются более полярные и соответственно лучше растворимые в воде соединения, их легче убирать из топлив, тем самым снижая в них содержание и серы, и полиаренов.

Применение продуктов озонлиза

Продукты озонлиза можно использовать как деэмульгаторы для разрушения стойких водонефтяных эмульсий. Получать и применять их можно непосредственно на месте нефтедобычи. Некоторые отработанные масла можно регенерировать методом озонлиза. Из таких масел получают смазочно-охлаждающие жидкости не хуже, чем из базовых нефтяных фракций, поскольку продукты озонлиза улучшают адгезионные свойства масел.

Совсем неожиданное применение — химическая мелиорация почвы. Продукты озонлиза некоторых остаточных фракций и тяжелых нефтепродуктов хорошо растворимы в слабощелочных водных средах, и их можно использовать в качестве структураторов кислых и глинистых почв. Растворы легко вносить в грунт. Результаты испытаний показали, что при этом активизируется жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, тогда как другие синтетические структурообразователи в лучшем случае нейтральны, а зачастую вредны для почвенной микрофлоры. На практике было показано, что некоторые продукты озонлиза можно использовать в качестве водорастворимых органических связующих, например для приготовления формовочных и стержневых смесей в литейном производстве. В отличие от тех органических связующих, которые используют сейчас, они не требуют огнеопасных и токсичных растворителей.

Практически готова технология получения комплексного биоактивного препарата для стимулирования роста растений или для обработки (рекультивации) почв. Этот биопрепарат получают с помощью озонлиза из нефти определенной природы. Обработка подобным средством семян кукурузы, огурцов, томатов, перца, хлопчатника, бобов, фасоли, редиса, моркови, свеклы, рапса, ячменя, подсолнечника, бахчевых и некоторых других культур в различных природных условиях показала, что всегда повышается их всхожесть, скорость развития растений, возрастает урожайность и сокращаются сроки созревания. По удельной активности биопрепарат из нефти не уступает лучшим зарубежным аналогам, а стоит существенно дешевле. Хорошие результаты были получены и при его применении для рекультивации и особенно для фитозакрепления почв.

Кроме того, этот препарат ускоряет ферментативные процессы, такие, как синтез спиртов и кислот, первичных метаболитов и т. п. Его добавки на 13–15% увеличивают скорость биологической очистки пищевых стоков от растительных и животных жиров и повышают эффективность известных товарных препаратов, применяющихся для очистки воды и почвы от нефтяных загрязнений.

С рекультивацией связана еще одна возможность применения продуктов озонлиза. На их основе делают препарат для обработки песчаных поверхностей в жарком климате. Эта обработка в зависимости от нюансов методики может способствовать закреплению песков или созданию прочного поверхностного слоя. По стоимости и технологическим характеристикам новый метод обработки песков не имеет аналогов в мире. Его апробация в жестких условиях пустыни в Объединенных Арабских Эмиратах прошла успешно, а за год механическая прочность покрытия только увеличилась.



Вчера работали на Запад, сегодня — на себя

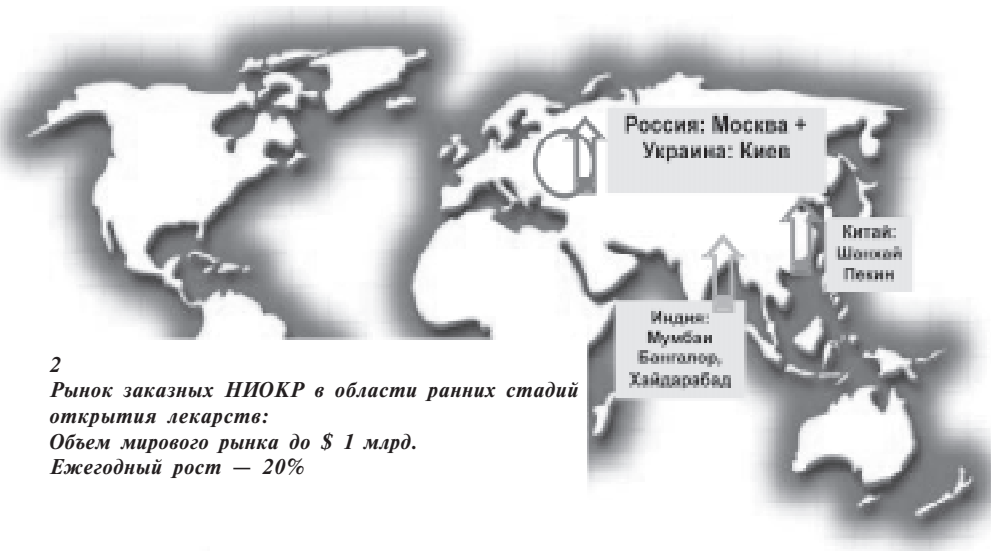
Процесс создания лекарств очень условно можно разделить на три стадии. Эксперимент в лаборатории в пробирках, испытания на животных (доклиническая стадия), испытания на людях (клиническая стадия). На всех этапах продолжается химический синтез для оптимизации начального биохита. Примерно из десяти начальных хитов до животных доходит только один. Из десяти, дошедших до животных, один может дойти до человека. А лекарством станет только один из 10–100 дошедших до клинических испытаний проектов. Весь путь настолько сложен и дорог (создание одного лекарства занимает 10–15 лет и стоит до миллиарда долларов), что такие работы уже давно финансируют только большие фармацевтические корпорации. Они оплачивают все стадии, от поиска новых биомишеней и химических соединений, до испытанной готовой лекарственной формы. Но чем дальше, тем дороже становятся новые препараты (рис. 1). Уже найдены все лекарства, которые просто было найти, а все последующие находки требуют затрат в геометрической прогрессии. Чтобы уменьшить стоимость первичных и рискованных (может и не получиться) стадий исследований, фармацевтические концерны начали заказывать «первую стадию» (синтез библиотек химических соединений, которые потом проверяют на биологическую активность) исполнителям в странах, где дешевая, но квалифицированная рабочая сила. Выбор здесь невелик — Китай, Россия, Индия (рис. 2).

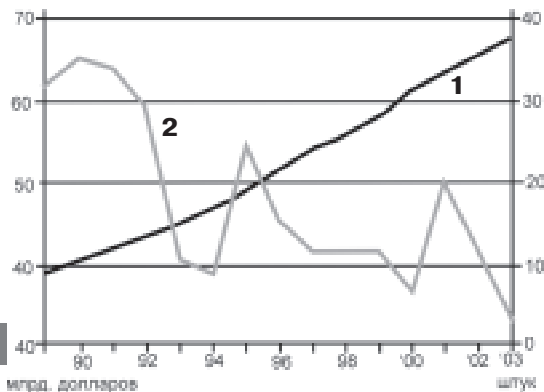
В нашей стране химики стали браться за такие задачи лет десять назад. Первыми ласточками в Москве были компании «Контакт-сервис» «Кембридж», «Химрар» (Лаборатория химического разнообразия) и другие научные коллективы, которые делали синтезы на заказ для таких компаний, как «Олдрич», «Флюка», «Акрос», «Мерк», «Пфайзер». Библиотеки соединений, синтезированные нашими химиками, отправляли заказчику, а он из сотни соединений отбирал наиболее активные (используя высокопро-

изводительный биоскрининг) и производил с ними все остальные доклинические и клинические стадии. Это то, что сегодня очень трудно сделать у нас. Создатели библиотек так никогда и не узнают, послужило ли какое-либо их детище прообразом нового обезболивающего или лекарства от рака, поскольку оно уже будет собственностью иностранной компании, заказавшей работу. Но такая форма сотрудничества помогала и помогает нашим химикам выжить и не уезжать из страны. Безусловно, творчество на этом этапе тоже присутствует, поскольку, прежде чем синтезировать набор потенциально активных химических веществ, надо хорошо знать, «что» и «зачем» получить. А это отдельное искусство (см. «Химию и жизнь», 2004, № 5).

Более того, у нас сформировалась школа поиска биологически активных соединений под руководством академика Н.С.Зефирова (химфак МГУ). Как выбрать из всего многообразия химических соединений те, которые могут оказаться активными, как сократить путь слепого подбора — обо всем этом он тоже рассказывал на страницах нашего журнала (см. «Химию и жизнь», 2004, № 11). Новые методы поиска прототипов лекарств активно разрабатывают не только в академических институтах, но и в коллективах химиков, последние десять лет синтезирующих библиотеки веществ по заказу.

Передача дорогих работ в страны с дешевой рабочей силой дошла до стадии, когда фармацевтические концерны готовы вложить немного больше и инвестировать деньги в создание новых институтов и научных центров, оборудованных по последнему слову техники на территории стран-подрядчиков. В Индии и Китае это происходит уже давно, а в России первым таким центром стал Исследовательский институт химического разнообразия («Центр высоких технологий Химрар»), который открылся в Химках Московской области. Учитывая успешное сотрудничество с Лабораторией химического разнообразия последние десять лет, западные партнеры нашли для нее инвесторов. Чуть больше года назад компания купила и отремонтировала находившийся в аварийном состоянии лабораторный корпус на территории бывшего ГП НИИРП. В течение года параллельно с ремонтом здания закупалось новейшее оборудование, специалисты ездили на стажировки в иностранные компании. В 2004 году институт был готов к работе, и его посетили представители 20 крупнейших компаний из Европы, Азии и США — будущих и нынешних клиентов наших химиков. (Кстати, многие из этих компаний разрабатывают, помимо лекарств, химические средства защиты растений. По сути, эти процессы очень похожи — синтез веществ, вы-





1
Несмотря на постоянный рост финансирования НИОКР фармацевтическими корпорациями, новых лекарств становится меньше:

1 — ежегодные затраты на исследования и разработки;
2 — новые лекарства, выпущенные крупными фармакологическими компаниями (правая шкала)



ТЕХНОЛОГИИ

скопроизводительный скрининг, испытания.)

Новый институт не обманул ожидания западных партнеров, поскольку в нем собраны многие передовые технологии. Например, прибор для параллельного жидкофазного синтеза в СВЧ-поле, которое в десятки раз ускоряет обычные химические реакции (стоит более 100 тысяч долларов). В институте есть специалисты по твердофазному синтезу, по моделированию биологических свойств будущих соединений с использованием нейронных сетей и других методов, по трехмерному моделированию биологической активности — молекулярному докингу. Новый институт предлагает западным партнерам не только образцы новых веществ, не существовавших до этого в природе, но и результаты компьютерного подбора потенциальных лекарств, а также отобранные вещества из синтезированных химических библиотек. Для того чтобы иметь возможность предложить последнюю опцию, то есть для высокопроизводительного биоскрининга, институт купил установку (рис. 3), позволяющую анализировать десятки

тысяч образцов в день на ту или иную биологическую активность.

Это полностью автоматическая система с большим количеством маленьких лунок, в которые робот разливает всего несколько микролитров раствора анализируемого образца. Туда же добавляются тест-системы, а оптические приборы измеряют и обрабатывают сигналы, возникающие при специфическом взаимодействии между тестируемыми соединениями и биологическими мишенями. Надо отметить, что эту быструю стадию тестирования у нас практически больше нигде не делают.

Но не обидно ли все это для нас? Ведь, сколько ни создавай новых компаний и институтов, все равно последние стадии достаются фирмам-заказчикам, и, соответственно, лавры и основная прибыль тоже их. На торжественное открытие Исследовательского института химического разнообразия, которое состоялось в начале декабря, организаторы пригласили многих видных ученых из самых разных институтов. Там были представле-

ны Государственный научный центр антибиотиков, кафедра фармакологии Российского государственного медицинского университета, общество биотехнологов России и другие организации. Сотрудники нового института (кстати, их средний возраст — 38 лет) преследовали весьма благородную цель: «Посмотрите, что мы умеем и какие у нас интересные возможности. Давайте будем сотрудничать и параллельно с коммерческими заказами начнем разрабатывать свои российские лекарства, которых так не хватает». При этом все понимают, что следующая стадия (доклинические испытания) тоже находится в плачевном состоянии и надо также искать инвестиции, чтобы поднять этот процесс до современного уровня. Клинические испытания — отдельная проблема. Но главное, ввязаться в драку, а там видно будет.

Маститые профессора отнеслись к наивному энтузиазму молодых немного настороженно. Некоторые готовы сотрудничать уже сейчас. Однако большая часть придерживается мнения, что все это здорово, но не очень понятно, где точки соприкосновения. Поскольку в России никогда не было возможности получить миллион веществ (кстати, они синтезируются не вслепую, а максимально продуманно), быстро оттестировать и получить из миллиона несколько десятков для дальнейшей прицельной работы, то главное всегда было — придумать идею (каким должно быть лекарство против известной болезни) и силой интеллекта преодолеть недостающие технические возможности. Замечательно, что у нас есть универсальные эрудиты, которые одни могут заменить собой и компьютерную программу, и штат из сотни химиков, а потом каким-то чудом пробить новое лекарство. Но если бы совместить и современные технологии, и умение работать «на коленках», то может быть, в аптеках лет через десять мы покупали бы наши антибиотики, а не дорогие и хорошие от фирмы «Байер» или подешевле, но неважные индийского производства.

3
Установка для скоростного биоскрининга



Как человечеству повезло с CO_2 и N_2



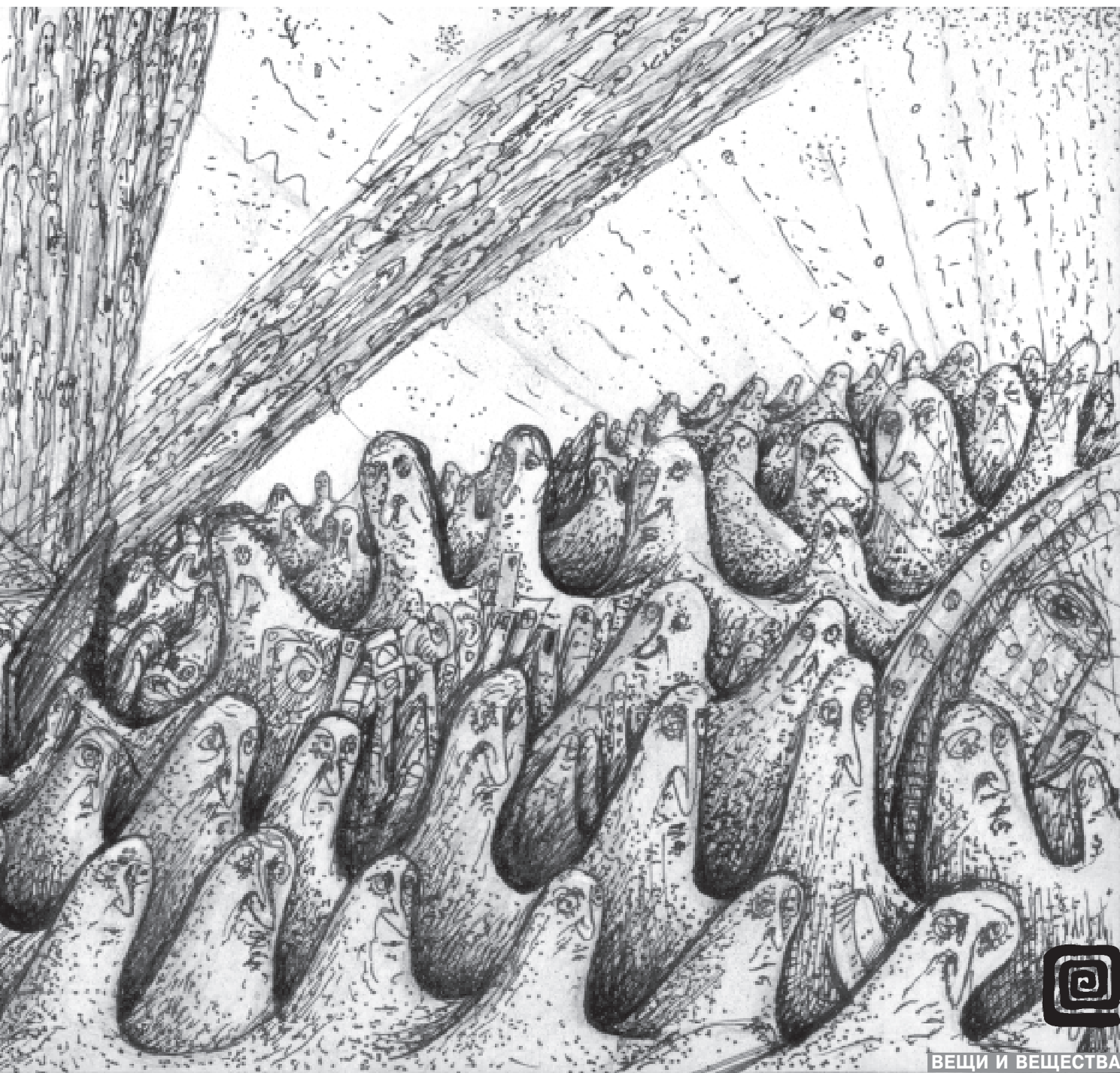
Доктор технических наук
Р.Е.Ровинский

Когда говорят о применениях мощных лазеров, обычно имеют в виду газоразрядный лазер на смеси CO_2 и N_2 . Однако самим существованием этого устройства человечество обязано случайности — почти точному совпадению неких свойств молекул этих газов. Не случись этого — мощная лазерная техника и перспективы многих других областей выглядели бы сегодня иначе.

В 1964 году К. Пател создал первый маломощный газовый лазер, используя сочетание свойств двух молекул: CO_2 и N_2 . Для накачки активной среды, введения в нее энергии, он применил тлеющий разряд. В последующие годы благодаря упорной работе нескольких групп исследователей, в том числе и в СССР, удалось увеличить мощность этих лазеров на много порядков. Для этого пришлось решить сложные физические и технические задачи. Но зато, как обычно и случается, решение одних задач повлекло за собой решение других, и поэтому сейчас мощные CO_2 -лазеры применяют для обработки металлов, диэлектриков и полупроводников в тех случаях, когда традиционные методы оказываются неэффективными.

Немного физики

Ушедший XX век мы воспринимаем не только как век великих научных открытий, но и как век новых инженерных решений, новых областей человеческой деятельности. Одной из таких областей стало создание и использование квантовых приборов, способных генерировать узкие пучки когерентного и почти монохроматического электромагнитного излучения. Полное наименование таких приборов — Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что переводится как «усиление света за счет вынужденного излучения». Для повседневного пользования название слишком длинно, и из него сделали звучную



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

аббревиатуру: LASER. В полном названии присутствуют два ключевых понятия, определяющих физическую основу таких приборов: 1) усиление света и 2) вынужденное излучение.

Создание лазеров связано с проблемой усиления света при его прохождении через специально подготовленную оптическую среду, то есть с процессом взаимодействия света и вещества. До начала XX века наука знала лишь процессы поглощения и рассеяния света, а усиление света не было известно. Одним из следствий открытия микромира в начале XX века стало понимание природы процессов испускания и поглощения света атомами, молекулами и ионами.

Атом обладает определенной потенциальной энергией. Он стремится пребывать в состоянии, в котором эта энергия минимальна, его называют основным. В среде, содержащей большое количество атомов, происходят соударения. Большинство соударений упруго — потенциальная энергия каждой частицы остается прежней. Реже столкновение протекает неупруго, тогда часть кинетической энергии одного из столкнувшихся атомов передается партнеру, потенциальная энергия которого после этого возрастает. Состояние такого атома называют возбужденным. Однако, в отличие от макромира, в микромире энергия атому извне передается дискретными порциями, по-

скольку он обладает системой энергетических уровней. Каждая порция переводит атом на один из вышележащих уровней. В неравновесной среде многочисленные неупругие столкновения приводят к тому, что чем выше энергия дискретного квантового уровня, тем меньше на нем атомов. А если их больше, чем положено по Больцману, а если они там оказались, то уменьшение их числа со временем происходит по экспоненциальному закону.

Когда через оптическую среду проходит световой луч, фотоны сталкиваются с атомами. Столкновения могут быть упругими или неупругими. При упругом столкновении происходит рассеяние фотона, изменение направления его дви-

жения, при неупругом — энергия передается атому целиком, а фотон исчезает. Если через среду проходит монохроматический луч света, то фотоны будут поглощены, лишь если их энергия равна именно той порции энергии, которая соответствует энергетическому переходу атома в возбужденное состояние. В противном случае поглощение не состоится, дело закончится рассеянием фотонов на атомах среды.

Атом пребывает в возбужденном состоянии ограниченное время. Возвратиться в основное состояние он может тремя способами: 1) столкнувшись с другим атомом и передав ему энергию возбуждения в форме кинетической энергии движения (безызлучательный переход); 2) путем спонтанного излучения — оно происходит случайным образом; 3) путем вынужденного излучения, когда пролетающий около возбужденного атома фотон, энергия которого точно равна энергии перехода атома на более низкий квантовый уровень, вызывает испускание когерентного фотона той же частоты, поляризации и в том же направлении. Число когерентных фотонов при этом удваивается. Это и есть усиление света.

Существование вынужденного излучения, делающего принципиально возможным усиление света средой, теоретически предсказал А.Эйнштейн в 1916 году. Однако необходимо, чтобы среда была определенным образом организована, и сама собой такая организация не возникает. Поэтому эффект усиления света, при котором интенсивность светового луча на выходе оптической среды превышает его интенсивность на входе, в природе никогда не наблюдался.

Прежде всего, нужна высокая концентрация возбужденных атомов. Эти атомы должны не просто находиться на одном из верхних уровней, но их должно быть больше, чем на одном из более низких уровней, куда они перейдут. Это называется «инверсная населенность уровней», и она достигается выбором составляющих эту среду веществ и введением в нее энергетического потока (накачка среды).

Немного истории

В тридцатые годы XX века проблемой усиления света серьезно занялся известный физик, профессор В.А.Фабрикант. К концу 40-х годов вместе со своей аспиранткой Ф.А. Бутаевой он создал газоразрядную установку, в которой впервые был усилен монохроматический световой луч. До лазера оставалось совсем немного — создать положительную обратную связь, обеспечивающую самовозбуждение среды и генерацию когерентного оптического

излучения. Это сделал в 1960 году Т.Мейман, который поместил в оптический резонатор (между двумя плоскостями параллельными зеркалами) стержень из синтетического рубина, ставшего активной средой первого лазера. Накачка рубина производилась мощными вспышками импульсных газоразрядных ламп.

С этого момента началось бурное развитие подобных квантовых приборов и их использование в самых различных научных, технических и медицинских приложениях. Особенно привлекательна стала проблема создания мощных лазеров, способных осуществлять резку, сварку, термическую поверхностную обработку и многое другое. Здесь важная роль принадлежит CO_2 -лазерам. Первый такой лазер был сделан в 1964 году, но его мощность была мала, и то, что ее можно увеличить на много порядков, было понято далеко не сразу.

Трехатомная, линейная

Это — молекула CO_2 : ее атомы выстроены в одну линию. Если у атомов процесс возбуждения связан с переходом внешнего электрона на один из верхних квантовых уровней, то у молекулы есть еще так называемые колебательные и вращательные возбужденные состояния. Для возбуждения таких состояний требуется значительно меньше энергии. Для получения лазерного излучения надо найти энергетический уровень, на котором можно накапливать возбужденные молекулы. Чаще всего используется метастабильный уровень, время жизни которого относительно велико. Одновременно должен существовать расположенный ниже энергетический уровень, который удастся поддерживать в незаселенном состоянии. Тогда между этими уровнями создается инверсная населенность, необходимая для генерации лазерного излучения на длине волны, соответствующей разности энергий между этими уровнями.

Именно такие уровни существуют в колебательном спектре молекулы CO_2 . Энергия верхнего долгоживущего уровня, пригодного для накопления возбужденных молекул, равна 0,3 электрон-вольта (эВ). А подходящих нижних уровней оказалось два, их энергии почти одинаковы и близки к значению 0,2 эВ. Соответственно усиление и генерация излучения могут происходить на длинах волн либо 10,6 мкм, либо на 9,6 мкм — в зависимости от используемого нижнего уровня. Задача Патела, над решением которой он долго трудился, состояла в том, чтобы найти способ возбуждения верхнего лазерного уровня молекулы CO_2

при сохранении нижнего уровня незаселенным.

Спасение приходит от N_2

Создать возбуждение колебательных уровней молекулы CO_2 удается в плазме электрического разряда. Но прямое возбуждение верхнего лазерного уровня при использовании известных типов электрического разряда в газах оказывается неэффективным. В разряде электроны плазмы сталкиваются с молекулами CO_2 . Чтобы возбудить колебательный уровень с энергией, равной 0,3 эВ, необходимо, чтобы и энергия электрона имела то же значение, тогда вероятность неупругого соударения будет высокой. Энергии 0,3 эВ соответствует температура электронов порядка 3400 К. Это очень низкая температура (по понятиям газозового разряда), при которой газ не ионизируется. А при температуре, достаточной для интенсивной ионизации, например 10000 К, возбуждение верхнего лазерного уровня молекулы происходит слабо. К тому же одновременно возбуждаются и все нижележащие колебательные уровни, и это мешает получить инверсную населенность.

Пател нашел два великолепных решения, позволивших обойти эти трудности. Во-первых, он добавил к двууглекислому газу молекулярный азот в соотношении 1:1. Двухатомная молекула азота обладает уникальными свойствами, делающими ее незаменимым партнером для CO_2 . Первый колебательный уровень N_2 имеет энергию, почти точно совпадающую с энергией верхнего лазерного уровня молекулы CO_2 (0,3 эВ), но этот уровень у азота эффективно заселяется при энергии электронов в разряде порядка 2 эВ, то есть при энергии, достаточной также для эффективной ионизации газа. Второе свойство молекулы азота состоит в том, что этот уровень метастабильный и имеет очень большое время жизни. В разряде, состоящем из смеси двух газов, при средней энергии электронов 2 эВ молекулы азота возбуждаются и успевают эффективно передать свою энергию возбуждения молекулам CO_2 при соударениях. Тем самым обеспечивается заселение возбужденными молекулами CO_2 верхнего лазерного уровня.

Во-вторых, Пател использовал для накачки газовой среды тлеющий разряд. Разряд этого типа сильно неравновесен: при высокой электронной температуре (~2 эВ) температура газа, состоящего из молекул, остается очень низкой (< 400 К), что исключает заселение нижних лазерных уровней термическим путем. Таким образом, Пател решил проблему создания ма-

ломощного CO₂ лазера, обладающего высоким кпд преобразования электрической энергии в энергию лазерного излучения в ИК-области спектра (10% и более).

Непростой путь к киловаттам

С момента своего создания и до настоящего времени CO₂-лазер остается одним из эффективных преобразователей энергии накачки в лазерное излучение. К тому же излучение на длине волны порядка 10 мкм отвечает потребностям технологов — оно хорошо поглощается многими материалами. Каковы пути достижения больших мощностей? Для идеального случая, когда вся энергия накачки расходуется на возбуждение верхнего лазерного уровня, а нижние уровни остаются свободными, записывается простое соотношение, теоретически определяющее предельно достижимую мощность лазера P_{\max} :

$$P_{\max} = b E_i nV/t.$$

Здесь $b = 0,41$ — квантовый кпд, определяющий способность молекулы превращать энергию возбуждения в квант вынужденного излучения; $E_i \sim 0,3$ эВ — энергия возбуждения верхнего лазерного уровня. Обе величины являются константами. Повышать предельную и реальную мощность лазера можно, варьируя три величины: n — концентрацию молекул CO₂; V — рабочий объем лазера; t — время опустошения нижнего лазерного уровня.

Для уменьшения t надо отводить тепло из зоны разряда. Лазер Патела был кварцевой трубкой с электродами по краям и с торцами, герметично закрытыми оптически обработанными окнами. Окна наклонены к оси трубки под углом Брюстера (угол, под которым для определенной поляризации отсутствует отражение) — для уменьшения оптических потерь. Тепло отводилось через боковые стенки трубки. Для усиления теплоотвода в активную среду добавили гелия, теплопроводность которого примерно на порядок больше, чем у других газов, а стенки охлаждались водой. Радиус трубки при таком охлаждении не мог превышать 1,5 см. Поскольку $V = \pi R^2 L$, где L — длина разрядной части трубки, то расчетная предельная мощность на единицу длины составляла: $P_{\max}/L = 70$ Вт/м. Реальная предельная мощность отличается от идеальной как минимум в два раза, значит, для получения мощности в 1 кВт длину трубки надо было бы увеличить до 30 м — а это не слишком удобно.

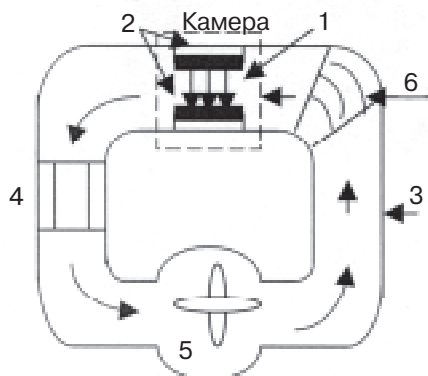
Мощность увеличивается с ростом n , однако увеличение концентрации

сопровождается повышением давления, а если оно превысит примерно 10 тор, тлеющий разряд переходит в дуговую форму. Разряд стягивается к оси трубки, температура молекул растет, а свободных электронов — падает. Разряд становится равновесным, инверсная населенность исчезает. В дальнейшем удалось найти способ сохранения неравновесной диффузной формы разряда при давлениях газовой смеси от сотен тор до атмосферного. Но самым важным оказалось другое.

По трем осям

Мощность лазера была серьезно повышена после того, как были найдены два принципиально новых решения. Первое — поперечная прокачка газа через зону разряда. Второе — введение поперечного электрического разряда. Человек стал использовать, образно говоря, трехмерность пространства: по одной оси течет газ, по другой — горит разряд, по третьей — генерируется луч. Место стеклянных трубок заняли разрядные камеры из пластмасс, стеклопластиков или металлов с внутренней диэлектрической облицовкой. Камеры обеспечивали организацию разряда при больших сечениях разрядной области, за счет этого существенно уменьшилась длина лазера (при сохранении объема). Однако с простотой конструкции, как обычно это и происходит, пришлось распрощаться.

Теперь к разрядной камере (1) пристыковывался газодинамический тракт (3). В состав тракта входили теплообменник (4), вентилятор (5) и аэроди-



намическая решетка (6), выравнивающая поток газа перед входом в разрядную камеру. Поперечный поток газа и поперечный электрический разряд, протекающий между электродами (2), располагались во взаимно перпендикулярных плоскостях. В такой конструкции появляются, как всегда, новые проблемы, например смещение зоны разряда в потоке газа. Его надо учитывать при установке зеркал оптического резонатора. Причем величина смещения зависит от скорости потока, и если скорость меняется, то может возникнуть разъюстировка.

В режиме непрерывной генерации стабильность разряда обеспечивается в узком интервале давления газовой смеси, силы разрядного тока, соотношения компонентов. Нестабильность ограничивает не только предельно достижимую мощность, но и надежность работы лазера. Для устранения подобных неприятностей приходится прибегать к очередным хитростям.

Например, выяснилось, что можно повысить устойчивость разряда и расширить область давлений активной среды, в которой сохраняется неравновесное состояние, разделив процессы возбуждения молекул и ионизации разрядной среды. Оба процесса происходят при неупругих столкновениях свободных электронов с молекулами газа. Для оптимального возбуждения и оптимальной ионизации потребны разные энергии, совместить эти требования в одном разряде не удастся. Значит, нужен отдельный источник ионизации среды. В технологических лазерах таким источником служит дополнительный ионизирующий разряд, например высокочастотный.

Сегодня существуют надежно работающие CO₂-лазеры с выходными мощностями от сотен ватт до пяти и более киловатт. Они работают в лазерных станках, успешно режут металлы, полупроводники и диэлектрики. И согласно прогнозам, их применение будет быстро расти.



Благоприобретенные призраки

Кандидат биологических наук
А.А.Махров

так и другим (1978, № 12; 1981, № 11; 1984, № 2; 1989, № 2; 1997, № 4). В 2003 году на страницах журнала прошла целая дискуссия по этой проблеме (№ 2, 4, 6).

К сожалению, ученые часто вели спор в теоретическом ключе, обращая внимание на разные факты и строя каждый свою линию доказательств, не оглядываясь на оппонентов. Линии эти почти не пересекались, и у читателей могло создаться впечатление, что специалисты просто расходятся в трактовке тех или иных фактов, и решить, кто прав, — дело вкуса. Например, противники наследования благоприобретенных признаков никак не комментируют книгу Э.Стила с соавторами «Что, если Ламарк прав?», на которую часто опираются их оппоненты.

Кроме того, обсуждение касалось в основном так называемой центральной догмы молекулярной биологии — утверждения о невозможности передачи информации от белков к нуклеиновым кислотам. Однако проблема наследования благоприобретенных признаков далеко не исчерпывается возможностью или невозможностью осуществить такой информационный переход. Поэтому давайте разберемся, что же все-таки нужно, чтобы унаследовать благоприобретенные признаки, и нет ли на этом пути непреодолимых препятствий.

А нужно, во-первых, новые признаки приобрести. Во-вторых, оценить их благо, то есть выделить из многих других, ненужных или бесполезных. И наконец, избирательно передать полезные признаки потомкам (преодолеть барьер Вейсмана, препятствующий переходу информации между обычными, соматическими клетками тела и половыми клетками).

Можно ли приобрести признаки?

На первый взгляд приобрести новые признаки очень просто. Каждый из нас может ходить в спортзал и увеличивать объем мышц или сидеть в баре и увеличивать объем печени. Но и на физические нагрузки, и на алкоголь разные люди реагируют по-разному, что опре-

Признаки и призраки

Почти 200 лет назад Жан-Батист Ламарк сформулировал закон: «Все, что природа заставила особей приобрести или утратить под влиянием обстоятельств, в которых с давних пор пребывала их порода, и, следовательно, под влиянием преобладающего употребления известного органа или под влиянием постоянного неупотребления известной части, — все это она сохраняет путем размножения в новых особях, происходящих от прежних, если только приобретенные изменения общи обоим полам или тем особям, от которых произошли новые».

Этот «второй закон» Ламарка и вызвал волну споров, докатившуюся до наших дней. Сторонников данного утверждения до сих пор зовут ламаркистами, хотя оно было лишь небольшой

частью учения Ламарка. Этому учению часто противопоставляют эволюционное учение Дарвина (см., например, «Химию и жизнь», 2001, № 1), хотя противопоставление здесь, вообще говоря, неправомерно. Дарвин признавал наследование приобретенных признаков. В первой же главе «Происхождения видов» он прямо писал: «Измененные привычки оказывают влияние, передающееся по наследству». Так что, как видим, нет никаких оснований ссорить призраки двух великих ученых.

Предмет спора между тем остается. Однако, чтобы быть корректными, мы должны говорить не о «ламаркистах» и «дарвинистах», а о сторонниках или противниках наследования благоприобретенных (то есть полезных организму) признаков. «Химия и жизнь» часто давала слово как тем,



деляется уже генетической программой. Именно конкретная комбинация генов, полученных от родителей, задает пределы, в которых мы можем развить тот или иной орган. Таким образом, способность менять признаки в результате «упражнения» — это результат, а вовсе не причина эволюции.

Возможности любой программы ограничены: вспомните притчу о цыганской лошади, которую хозяин отучал от еды. Кляча совсем уж было привыкла к такому обращению, да как-то не вовремя околела.

С ограничениями мы сталкиваемся повсюду: мощный холодильник может разморозиться в жару, а современный компьютер проиграть битву вирусу — и это нас не удивляет. Никто не ждет, что даже очень умная техника сделает что-то полезное помимо того, что в нее заложено. Почему же от организмов ждут целесообразной реакции вне генетической программы? Откуда ей взяться?

Если быть внимательным и добросовестным, то можно разглядеть, что почти всегда за благоприобретенным признаком стоит уже существующая генетическая программа, которая просто не проявляла себя до поры до времени. Ведь, как и компьютер, организм может содержать несколько разных программ и активировать их только в определенных условиях. Так, я уже писал в «Химии и жизни» (2002, № 10) о пресноводных карликовых лососях и крупных рыбах того же вида, нагуливающих в море, — это разные программы развития, заложенные в одном и том же организме.

Какая из них активируется в каждом конкретном случае, зависит от условий среды: меняя их в эксперименте, можно получить зрелых трехсотграммовых рыбок, никогда не видевших моря, или десятикилограммовую семгу, проводящую большую часть жизни на просторах Атлантики. Но вот, скажем, со щукой такой номер не пройдет — не сможет она жить в соленой воде, раз нет у нее соответствующей генетической программы.

Не меняет дела и тот факт, что у карликовых лососей увеличивается, по всей видимости, число некоторых



ДИСКУССИИ

генов: существует сколько угодно компьютерных программ, способных автоматически копировать некоторые файлы — была бы включена соответствующая опция.

К тому же надо иметь в виду, что генетические программы гораздо сложнее компьютерных. Как в большинстве компьютерных игр можно выбирать разные уровни сложности, так и генетические программы могут иметь разные режимы функционирования. Даже самые простые организмы — фаги и вирусы — не обязательно разрушают клетку, предварительно создав внутри нее свои многочисленные копии. Иногда они встраиваются в клеточный геном и передают свои копии потомкам материнской клетки. Что уж тут говорить о бактериях, а тем более о многоклеточных!

При изменении условий среды происходит перенастройка генетических программ. Если в запасе у тебя ничего подходящего нет или ты не успеваешь среагировать вовремя — выбываешь из дальнейшей эволюционной игры. Идет отбор организмов с генетической программой, подходящей для новых условий.

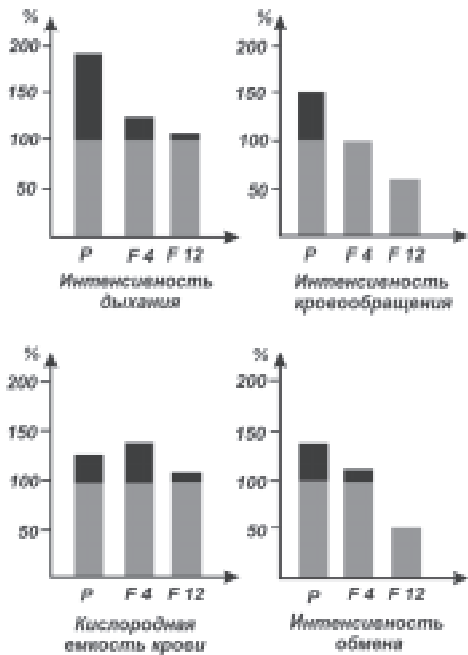
Поверхностный наблюдатель может принять это явление за наследование благоприобретенных признаков, особенно если учесть, что среди особей, живущих и размножающихся некоторое время в изменившихся условиях, иногда появляются такие, у которых полезное свойство проявляется уже без всякого стимула со стороны среды.

Однако если проанализировать подобные случаи более внимательно, то выясняется, что эти особи — вновь возникшие мутанты, и отличаются они от прочих не только по интересующему нас признаку, но и по целому ряду других, никакого отношения «к упражнению органа» не имеющих.

Более того, часто бывает, что генетическая адаптация идет совсем не тем путем, что физиологическая. Например, у животных, попавших в горы, где недостаточно кислорода, увеличивается интенсивность дыхания и кислородная емкость крови, однако эти признаки и не думают наследоваться. Зато кое у кого из потомков высокогорного стада понижается интенсивность кровообращения да к тому же падает общая интенсивность обмена.

Чтобы подобные изменения стали возможны, иногда не требуется даже новых мутаций: достаточно перетасовать геном, скомбинировать его по-другому. Такая перетасовка идет постоянно, и отбору всегда есть из чего выбирать. Поэтому процесс адаптации к новым условиям обитания сопровождается изменениями в генофонде популяции: под влиянием естественного отбора в нем начинают преобладать те варианты генов, которые раньше были редки.

Вот так и получается, что никаких новых признаков, кроме следов травм, организм в ходе жизни не приобретает. Особенности конкретных особей уже заданы их геномом, а среда по-



1
Изменение адаптивной реакции у животных, попавших в горы. Физиологические особенности прослежены в ряду поколений: P — родительское поколение; F 4 — потомки 4-го поколения; F 12 — потомки 12-го поколения (по Ю.О.Раушенбаху, «Закономерности экогенеза домашних животных», 1981)

зволюет проявиться одним потенциально возможным признакам и не дает реализоваться другим. Если же в какой-то момент у организма не окажется в геноме подходящей программы, «природа заставляет особей приобрести» синяки и шишки. Но они, как известно, не наследуются.

Как оценить «благо»?

А теперь предположим, что некий удивительный механизм все-таки существует и он дает возможность вносить в геномы отдельных клеток усовершенствования, позволяющие организму лучше приспособляться к изменениям среды обитания. Пусть, например, клетки печени научились обезвреживать какой-нибудь токсин и занесли это достижение в собственный геном. Как же отличить это генетическое изменение от случайных мутаций, которые с течением времени накапливаются во всех клетках организма?

Представьте себе, что автомобили на заводе собирают не по чертежам, а производят путем тщательного копирования изрядно послуживших машин, пусть даже в чем-то улучшенных хозяевами. Неужели покупателей обрадуют проржавевший кузов, заедающие тормоза и прочие беды престарелого автомобиля? Боюсь, что даже некоторые усовершенствования, внесенные умельцами, их в этом случае не утешат.

Между тем, если организмы будут передавать потомкам все изменения, происходящие в соматических клетках, получится то же самое. Дети не-



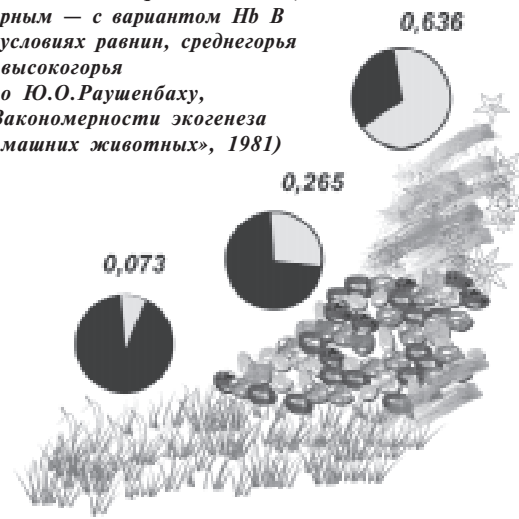
избежно получают «в наследство» всевозможные виды рака и дефекты обмена веществ — весь список поломок в клетках родителей, потому что различить «хорошие» и «плохие» изменения в генах на уровне клетки не всегда возможно. Разве знает раковая клетка, что она несет гибель всему организму? Нет, конечно, хотя в данном случае патология налицо. А сколько существует злобных мутаций, которые не могут проявиться в тех соматических клетках, где они возникли, но способны здорово навредить, если их передать потомкам?

В случае клеток, отвечающих за иммунитет, природа вроде бы обошла трудность с отбором перспективных кандидатов: клетка, обладающая нужным признаком, поощряется усиленным размножением. Это, фактически, естественный отбор в пределах организма, что отмечают и авторы книги «Что, если Ламарк прав?». Может быть, и в самом деле клетки с опасными мутациями просто потонут в полноводной реке «передовиков производства»?

Беда, однако, в том, что у высших животных интенсивно де-

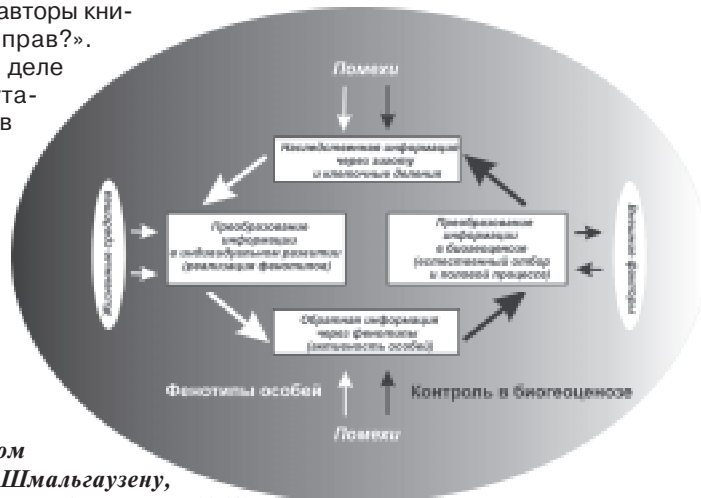
3
Схема регулирующего механизма эволюции с учетом обратной связи между фенотипом и генотипом (по И.И.Шмальгаузену, «Кибернетические вопросы биологии», 1968)

2
При длительной адаптации стада животных к условиям жизни в горах в ряду поколений происходит постепенная замена одного вида гемоглобина на другой (меняются частоты встречаемости разных вариантов гена гемоглобина). Серым цветом обозначена доля особей с вариантом Hb A, черным — с вариантом Hb B в условиях равнин, среднегорья и высокогорья (по Ю.О.Раушенбаху, «Закономерности экогенеза домашних животных», 1981)



лятся только немногие клетки. Более того, могут возникнуть и вовсе неожиданные трудности: куда, к примеру, записать информацию безъядерному эритроциту, добившемуся выдающихся успехов в переносе кислорода? Ведь в процессе дифференцировки эта клетка теряет свой геном и уже не может ни мутировать, ни делиться! Пока есть геном — нет эритроцита, есть эритроцит — нет генома. Прямо сказка про дудочку и кувшинчик получается: если есть куда собирать ягодки — их не видно, а когда ягодки видны — их некуда собирать.

Принципы кибернетики, как правильно заметил в своей статье Л.Верховский (см. «Химию и жизнь», 2003, № 2), действительно требуют наличия обратной связи — от фенотипа к генотипу. Однако изобретать ее заново нет ни-



какой необходимости, такой путь передачи информации давно известен. Только вот, как показал еще в середине XX века академик И.И.Шмальгаузен в своей книге «Кибернетические вопросы биологии», осуществляется обратная связь не на уровне клетки. Благо или вред от любого признака проявляются, как правило, на уровне целого организма. А выставить оценку может только среда обитания — через естественный отбор.

Как передать приобретенное потомкам?

Только теперь мы добрались наконец, до знаменитого «барьера Вейсмана», и, чтобы попытаться его преодолеть, нам придется предположить, что соматические клетки организма неким таинственным образом все-таки накопили груз ценных мутаций. Как же переправить улучшенные гены в ДНК половых клеток?

Добраться до главной молекулы организма ничуть не легче, чем заполучить Кашееву смерть: ДНК в половых клетках аккуратно свернута, облеплена белками, упакована в ядро да еще прикрыта сверху цитоплазмой и клеточной оболочкой о трех слоях.

Даже генетическим инженерам, вооруженным всей мощью современных методов и приборов, далеко не всегда удается включить нужные гены в ДНК половых клеток — природа совсем не заинтересована в том, чтобы в геном нового организма попадало что-либо постороннее.

Но может быть, путь к Кашеевой смерти знают три богатыря — Э. Стил, Р. Линдли и Р. Бланден — авторы нашумевшей книги «Что, если Ламарк прав?», на которую постоянно ссылаются сторонники наследования благоприятных признаков? Да нет, они тоже этого не знают, а просто выражают уверенность, что барьер Вейсмана будет взят, хотя... «при современных возможностях результатов может не быть много лет» (с. 166).

Нескоро дело делается, зато скоро сказка сказывается. Нам предлагают много косвенных улик и предположений. Одно из самых перспективных, на взгляд авторов, состоит в том, что гены из соматических клеток в половые переносит вирусы. Но почему вдруг вирусы взялись помогать эволюции хозяев? Как они отличают новые варианты генов от старых? Как выделяют полезные мутации из огромного числа вредных? Ответов на эти «занудные» вопросы в книге, увы, нет.

Между тем даже если вирусам и удастся перетащить кусочек ДНК из соматической в половую клетку — это

будет абсолютно случайное событие. Просто произойдет одна из многих мутаций, а мутации как раз и обеспечивают материалом эволюционный процесс.

Таким образом, барьер Вейсмана до сих пор никем не взят, как не взяты и два других барьера, упомянутых выше. Наследование благоприятных признаков никем и никогда не было показано, как не развенчана до сих пор и «центральная догма молекулярной биологии».

Нужна ли потомкам «блажь» предков?

Ну а напоследок давайте задумаемся над простым вопросом: зачем понадобилось природе воздвигать «на пути прогресса» те мощные барьеры, о которых мы столько рассуждали? Неужели для того, чтобы героически их преодолевать?

Нет, конечно. Барьеры — это тоже эволюционное достижение, и возникли они именно потому, что были необходимы. Приобрести новое полезное свойство ох как нелегко, — такими достижениями не разбрасываются, их стараются закрепить, а закрепив — оградить от утраты.

Скажем, пластичность стрелолиста, возникшая в процессе эволюции, очень полезное свойство: в воде, в воздухе и на поверхности воды растение имеет листья разной формы. Нужно ли конкретному экземпляру, выросшему на сухом месте, закреплять в генах и передавать потомкам характерную острую форму листа, если при этом они утратят способность образовывать плавающие и подводные листья? Вряд ли это целесообразно. Стоит ли выбрасывать полезную вещь, полученную от предков, только потому, что лично тебе она не понадобилась? А вдруг она пригодится детям?

Центральная догма молекулярной биологии тоже имеет глубокий эволюционно-биологический смысл. ДНК (или, по современным взглядам, РНК), как очень правильно отметил С.В.Багоцкий (см. «Химию и жизнь», 2003, № 4), едва появившись, сразу же берет под контроль эволюцию всех структур клетки — любая самостоятельность тут же пресекается, и наследование приобретенных признаков становится невозможным. И это вполне целесообразно, если молекулы проживают в клетке сообща. Если каждая из них будет иметь собственных наследников — внутри клетки неизбежна конкуренция, которая нарушит оптимальное соотношение молекул.

Своеобразный реликт времен белкового сепаратизма — прионы: моле-



ДИСКУССИИ

кулы белка, измененные таким образом, что они оказываются способны перековывать на свой манер другие белки. Результат хорошо известен — это тяжелые болезни вроде коровьего бешенства, которые ведут организм к неминуемой гибели.

Не случайно появляется в ходе эволюции и барьер Вейсмана. У растительный он низок — из одного листочка часто может сформироваться целый организм. Это свойство используют цветоводы: из листьев с соматическими мутациями выводят новые сорта. Но у животных по мере усложнения их строения способность к размножению делением исчезает очень быстро. Более того, клетки, которые дадут начало половым, выделяются из общей массы на очень ранних стадиях развития организма. При этом они часто оказываются довольно далеко от будущих половых органов и вынуждены долго пробираться к ним в процессе формирования организма.

Какой в этом смысл? Почему бы половым клеткам не возникнуть из первой попавшейся клетки? Представим, что каждая клетка животного может дать начало другим организмам, и это шанс увековечить себя со всеми своими индивидуальными особенностями. Вполне понятно, что в этом случае каждая клетка постарается бросить свой «пост» и пробраться поближе к половым органам. Колоритная получится картина, не правда ли? Впрочем, хаос будет не намного меньше и в том случае, если клетки останутся на местах, а в половые органы отправят свои любимые гены. Вряд ли организм, допустивший подобную анархию, просуществует долго.

Так что выбора у эволюции нет: соматические и половые клетки надо разделять очень жестко, окружая последние непроницаемыми барьерами. Любое вмешательство извне может привести к гибели последующие поколения, а эволюция должна продолжаться — живое вообще не нацелено на самоуничтожение.



Разные разности

Выпуск подготовили

О.Баклицкая,
М.Егорова,
Е.Сутоцкая

Непальские ученые бьют тревогу. По их наблюдениям, ледники в Гималаях медленно тают, однако точно сказать о масштабах изменений пока невозможно. Последние крупные исследования здесь проводили больше десяти лет назад, а сейчас о положении дел судят по измерениям со спутников. Полевые работы прекращены, и это может привести к чудовищным последствиям.

В непальских Гималаях 3300 ледников, в 2300 из них есть ледниковые озера. Температура воздуха год от года становится выше, и никто не знает, сколько озер готово прорваться и броситься с гор вниз, сметая на пути дома, скот, людей, дороги и мосты. А система раннего предупреждения в окрестных населенных пунктах не налажена. Это касается не только Непала, но и Бутана, Бангладеш, Индии.

Подобные катастрофы уже не раз происходили в прошлом веке. В 1985 году, когда прорвало озеро ледника Кхумбу, погибли 20 человек, снесло гидроэлектростанцию и многочисленные мосты.

Таковы кратковременные последствия потепления. Долговременные, напротив, приведут к пересыханию рек, которые обеспечивают 70% притока воды в Ганг. Они питаются от ледников и с их исчезновением прекратят существование.

У непальских ученых есть все основания беспокоиться: с 1970 по 1989 год, по наблюдениям японских исследователей, большинство языков Кхумбу отступили на 30–60 метров, то же происходит и на Дхаулагири. Самый изученный ледник, Цоронг Гимал, с 1978 по 1989 год отошел на десять метров («BBC News», 2004, 10 ноября).

Многие животные, в том числе насекомые, носят знаки отличия, чтобы оповестить соплеменников о своих выдающихся качествах. Однако редко кто решается пойти на обман, украсив себя подобным знаком. Это подтвердили опыты Э.Тиббетс из университета Аризоны (США) и ее коллег из канадского Университета С.Фрейзера.

Тиббетс заметила, что осы *Polistes dominulus* сильно различаются пятнами на «лице». У этих насекомых в гнездах несколько королев. Иерархическая структура между ними устанавливается после сражений, победительница получает право откладывать больше яиц и меньше трудиться.

Исследователи принесли в лабораторию несколько ос, поделили их на пары одного размера и посадили вместе. Проанализировав видеозаписи 61 битвы, ученые обнаружили, что на «лице» победительницы больше неровных и неравномерно окрашенных пятен — это знак, говорящий о большей силе. Он, однако, не всегда соответствовал качествам осы. Если похожий окрас был и у побежденной, предупреждая о несуществующей мощи, более сильная в дальнейшем буквально изводила ее. Обман наказывался.

Затем некоторым особям прикрепили маску, перед этим временно усыпив в холодильнике. В сражениях снова установилась иерархия, но в некоторых случаях затем столкновения возобновлялись и порядок нарушался, а обычно иерархия бывает незыблемой. Когда все утрясилось, оса с собственной физиономией, даже не будучи старшей, третировала ту, что носила маску.

Тиббетс полагает, что осы реагируют не только на пятна, но и на другие сигналы — химические или поведенческие, которые помогают выявить обманщика. Если сигналы не совпадают, следует наказание («EurekAlert!», 2004, 10 ноября; «Nature», 2004, 11 ноября).

Насколько благотворно действуют на организм разные дозы витамина Е, или токоферола? Вещества этой группы — сильные антиоксиданты, они защищают клетки и ткани от повреждений, нейтрализуя свободные радикалы. Витамин Е содержится в растительных маслах, зародышах злаков, листовых овощах и орехах. Расхожее мнение гласит, что он способствует заживлению ран, повышает иммунитет, налаживает правильное кровообращение. Специалисты полагают, что ежедневно организму требуется около 10–20 мг витамина Е. Учитывая его противовоспалительные свойства, многие врачи решили: большие дозы могут защитить от сердечно-сосудистых заболеваний и рака.

Э.Миллер, врач-эпидемиолог из Университета Дж. Хопкинса в Балтиморе и его коллеги из США, Испании и Великобритании решили проверить это мнение. Они изучили данные 19 исследований, в которых приняли участие 130 тысяч человек. Дозы витамина Е, которые принимали пациенты, колебались от 16,5 до 2000 международных единиц (м. е.) в сутки.

Ученые пришли к выводу, что ежедневная доза до 150 единиц не приносит вреда, и, возможно, улучшает здоровье. У тех же, кто каждый день принимал витамин в объеме 400 м. е. и выше (столько обычно содержится в готовых добавках), риск умереть досрочно увеличивался на 10% по сравнению с теми, кто никогда не покупал никаких добавок, но питался нормально («Nature News Service», 2004, 10 ноября).



Американские специалисты работают над созданием устройства, точно измеряющего содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе. Оно поможет проводить исследования спортивным физиологам, специалистам по подводной, авиационной и космической медицине, а врачам реанимации и «скорой помощи» — следить за дыханием пациента на месте происшествия.

Рост содержания углекислого газа в выдыхаемом воздухе свидетельствует о том, что у пациента нарушено дыхание и необходимо срочное вмешательство. В больницах для этого есть сложное оборудование, однако врачи «скорой помощи» и многие другие специалисты нуждаются в небольшом портативном приборе.

А. Стар и его коллеги в калифорнийской фирме «Nanotix» решили сделать такой прибор для регистрации углекислого газа из нанотрубок, которые проводят электричество и могут быть использованы как составные части транзисторов.

Исследователи соединили нанотрубки с полимером, который меняет свой электрический заряд при взаимодействии с углекислым газом. При этом электрический ток в трубках тоже изменяется, что отмечает электронный датчик.

Стар утверждает, что при увеличении концентрации углекислого газа на 10% электропроводность трубок меняется на одну пятую. Получив столь обнадеживающие результаты, авторы планируют продолжить работу совместно с врачами и создать устройство, которое могло бы спасти жизни многих людей («Nature News Service», 2004, 12 ноября).



Хотим мы того или нет, бок о бок с нами живут пылевые клещи *Dermatophagoides pteronyssinus*. Эти миниатюрные существа, менее миллиметра в длину, считаются основной причиной астмы и многих аллергических реакций. Питаются они опавшими чешуйками человеческой кожи, а потому очень любят залезать в постель. В одном матраце при подходящих условиях может обитать больше полтора миллиона особей. Что же делать?

Наиболее простой и распространенный метод — специальные аэрозоли, которые убивают клещей наповал. Однако клещи быстро к ним привыкают, а люди с трудом переносят присутствие в своей постели пахучего вещества.

Клещи не пьют воду, а поглощают влагу из окружающей среды специальными порами на поверхности тела и не могут жить при влажности менее 50%.

М. Учи из Университетского колледжа в Лондоне и ее коллеги устроили для клещей бега по дорожке, один конец которой нагревался теплой водой, а другой был холоднее; влажность тоже падала от теплого старта к холодному финишу. Чем больше температура была в начале пути, тем быстрее спешили клещи в холодный уголок. Это наблюдение подсказывает простой способ борьбы с ними.

Самое надежное — тепло, даже при избыточной влажности. Повышение температуры в спальне с 16 до 18°C уменьшает число непрошенных гостей в десять раз. Еще хорошо подольше повалиться в постели, согревая ее своим теплом, а уж если надо вставать, то лучше постель не застилать сразу, а дать ей просохнуть от неизбежных испарений нашего тела.

Впрочем, на стороне клещей — глобальное потепление с повышением влажности. По подсчетам ученых, к 2050 году в типичной лондонской постели членистоногих будет в 80 раз больше («Nature News Service», 2004, 19 ноября).



Голландский ученый Л. Риджниерс выяснил, почему разрушаются надгробие Вильгельма Оранского в Дельфте (Нидерланды) и Альгамбра, крепость дворец мавританских владетелей около Гранады (Испания).

Оказалось, что соль губительна для материалов с мелкими порами. При ее кристаллизации повышается давление, и материал повреждается. Это проявляется по-разному: от белых пятен на кладке до эрозии камней и образования трещин на статуях. Кристаллизация вызывала повреждения в веществах с мелкими порами: бетоне, известковом растворе и известняке. Однако в материалах с большими порами, например в кирпиче, этого не происходило. Здесь механизм разрушения иной, еще не исследованный.

Риджниерс смоделировал кристаллизацию солей на облегченном материале с порами одного размера, применив ядерно-магнитный резонанс. Для наблюдения за процессом он пропитал раствором соды и сульфата натрия модельный образец. В результате выяснилось, что сила давления зависит от количества соли, растворенной в воде. Теоретическая модель помогла объяснить, как именно в порах возникает давление.

Соль из морской воды и окружающей среды разрушает строительные материалы, но механизм все равно еще не вполне понятен. Если выяснить, как он действует, можно будет предотвратить последствия («NWO», 2004, 2 ноября).



Ученые из йельской Школы лесничества и исследований окружающей среды и из Университета Дж. Хопкинса проследили, как связаны изменения в уровне приземного озона и смертность в 95 больших городах, где проживает около 40% населения США. Исследование, финансируемое Управлением по охране окружающей среды США, охватило период с 1987 по 2000 год. О своих неутешительных выводах ученые сообщили в «Журнале американской медицинской ассоциации».

«Это одно из самых больших исследований озонового загрязнения из когда-либо предпринятых», — говорит М. Белл из Йеля. Смертность от этого фактора недооценивали, считает ученый, так как его концентрацию учитывали только на большой высоте. «Ежедневно сравнивая смертность в городах с уровнем приземного озона, мы выявили печальную связь, — добавляет коллега Ф. Доминичи. — Снизив уровень озона у поверхности земли на десять миллиардных, или примерно на 35%, мы спасем около четырех тысяч человеческих жизней в 95 крупных городах».

Главные источники озонового загрязнения — это транспортные средства, промышленные источники и электростанции. Ученые предлагают нам больше ходить пешком, меньше ездить в автомобиле или на общественном транспорте, снизить потребление энергии и оставаться дома в жаркие дни, когда уровень озона особенно высок. Это могло бы уменьшить смертность, связанную с озоном, и улучшить здоровье людей, которые страдают от простудных заболеваний («EurekAlert!», 2004, 16 ноября; «Journal of the American Medical Association», т. 292, №19).





Доктор биологических наук

Н.К.Янковский,

руководитель комиссии по образованию и информации
Всемирного совета по исследованию генома человека



1

Организаторы выставки. Слева направо: представитель оргкомитета в Фукуоке С.Сатору, руководитель геномных программ Японии Ю.Кахара, автор этих заметок Н.К.Янковский, сотрудник Института гуманитарных исследований в Киото К.Ката

Где потрогать ДНК

В августе мне довелось побывать на необычной выставке, которая проходила в Японии для всех желающих. Непривычно было, что у стенда два дня стояли не музейные работники, а исследователи, руководители грантов и отвечали на любые вопросы, какими бы дурацкими или, наоборот, мудреными те ни были. В мире больше нигде нет такого, чтобы ведущие ученые, объясняли свои работы не журналистам или коллегам, а обычным людям, никак с наукой не связанным. Представьте себе, что вы пришли на выставку, а там стоят академики, светила российской биологии и рассказывают, зачем нужна их наука и почему на нее тратят деньги. На японских выставках тоже были лидеры геномики, например Юджи Кахара — руководитель геномных программ Японии (фото 1). Они должны были изложить результаты интересно, чтобы привлечь внимание, и понятно для простого человека. А кроме того, показать, что исследования проводятся на высоком уровне и приносят пользу.

Несколько лет назад, когда все только начиналось, исследователи неохотно отрывались от работы для участия в таких выставках, однако затем они вошли во вкус. Сейчас состоялась уже четвертая сессия. Из примерно ста обладателей грантов по генетике и геномике, которые есть в Японии, в ней

2

Ненавязчивое приглашение посетить выставку



приняли участие 65. Выставки проходили в двух городах: Киото, бывшей столице, и Фукуоке — крупном городе на южном острове Кюсю. Ученые приехали туда со всей Японии.

Выставки посетили две тысячи человек, притом что рекламы почти не было — в Японии это дорого. Висел только один плакат на выходе из метро (фото 2) и один — у входа в здание. В каждом из городов пришло примерно по тысяче человек, по пятьсот в субботу и в воскресенье. Были люди всех возрастов — дети, студенты, пенсионеры (фото 3, 4). Многие приходили семьями, кто-то заглядывал на пятнадцать минут, а кто-то проводил там целый день.

Для лидеров науки это была уникальная возможность услышать от непосвященных людей, интересны им геномные исследования или нет, считают ли они их важными, что их заботит, а что настораживает. Это полезно, потому что исследователи понятия не имеют о том, как неспециалисты относятся к их работе, — не было придумано, как организовать такое общение. В лучшем случае ученые с трибуны что-то рассказывают.

Хотят ли мои коллеги это знать? Я думаю, да. Если бы это не требовало



3
Японский дедушка заинтересовался геномикой

4
Самым юным тоже нашлось что посмотреть



особых усилий, мне, например, было бы интересно понять, как видит мою работу простой человек, считает ли он ее полезной. Однако нам нужно где-то встретиться, и такая выставка как раз и позволяет это сделать.

Кроме того, посмотреть на работу коллег пришло немало людей из науки. Для них это возможность узнать что-то новое в смежных областях. Это только кажется, что сами ученые знают все главное в науке. Чаще всего медики устраивают свои конференции, специалисты по сельскому хозяйству — свои и так далее, и их «владения» не всегда пересекаются. А кроме того, в науке есть «локомотивы» — группы, которые разрабатывают методы фундаментальных исследований, и те, кто пользуется методами. На выставке они могут встретиться, и потребители методов услышат простое изложение главных принципов, а если понадобится, и деталей. Ни одно из финансирующих ведомств не поддержало бы такое общение, потому что оно не в их компетенции. Но поскольку задача была — создать площадку для встречи науки и общества, на это деньги нашлись, а специалисты воспользовались удачной возможностью.

На проведение этого мероприятия Фонд гуманитарных инициатив в Киото получил грант в сто тысяч долларов. Деньги предоставили ведомства, которые финансируют исследования в разных областях (в наших терминах это Минсельхоз, Минздрав, Академия наук и Миннауки). На выделенные средства специальная компания сняла помещение, приготовила место для стендов, организовала рекламу и приглашения, оплатила питание, проживание и прочие расходы участников. А ученые потратили свои деньги только на презентацию.

Начиналась экспозиция с общеознакомительного зала (фото 5), где не рассказывали о конкретных исследованиях, а объясняли основные понятия: что такое гены, кто такие беспозвоночные и т. д. Я через японского биолога спросил у мальчика лет шести, который стоял перед эволюционным деревом животных, узнал ли он что-то новое для себя. И он ответил: «Я думал, что животные не такие, как я, а теперь узнал, что мы все родственники». То есть главную мысль в свои шесть лет он понял, и это произвело на меня очень глубокое впечатление.

Ученые рассказывают о своих работах как могут, не всегда хорошо и понятно, хотя они — ведущие специалисты, сделавшие крупные открытия. Но они полны энтузиазма и стараются

6
Приматы игрушечные и живые



ся изо всех сил. И мысль о том, что это злодеи, которые чего-то нам в ДНК накапают или всех нас клонируют, там совершенно неуместна, потому что видно: они такие же люди. Волнуются, пуговицы крутят — ведь рассказать все нужно и интересно, и понятно, и коротко, а спрашивает тебя человек совсем без научной подготовки.

Стенды тоже сделаны необычно, в расчете на непрофессионалов. Их придумывал не дизайнер, а каждая из 65 команд сама по себе. Они кучу всего понарисовали, понашили, поналепили, подобрали где-то специально для этого события. Например, объяс-

5
Здесь объясняют основы биологии



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК





7 Выделение ДНК из самого себя

8 Вот она, во флакончике

9 Еще немного, и шелковичные черви начнут делать шелк

нялась эволюция приматов, а перед стендом стоял стол, на котором разложили больше дюжины игрушек: горилла, орангутан, гиббон, макака, другие виды обезьян (фото 6). Их можно было брать, играть, что дети с удовольствием и делали.

Больше всего меня поразило выделение собственной ДНК, причем флакончик с этой ДНК выдавали на память. Желаящий получал щеточку, по инструкции засовывал ее в рот, делал соскоб слизистой со щеки, а из добытых клеток выделял ДНК (фото 7). В конце процедуры появляется сгусток ДНК, который виден, его клали в маленький флакон с крышкой, как для духов, и уносили с собой (фото 8). Конечно же человек будет его показывать и хвалиться перед знакомыми. Он сам с помощью простейших процедур получил собственную ДНК, и это полная демистификация таинств науки.

В Фукуоке была похожая работа, только там ДНК выделяли из лука. При этом использовали не лабораторные реактивы, а кухонные: детергент, то есть жидкость для мытья посуды, поваренную соль и т. д. Как и в Киото, применяли простейшие приборы (шейкер, горячую и холодную баню, центрифугу) и ферменты, но все это не производило

впечатления чего-то сложного. И пипетки там использовали никакие не автоматические, а обычные стеклянные.

Когда мы занимаемся чем-то в геномике, мы все время говорим о молекулах, и люди не воспринимают их как что-то связанное с жизнью. А на стендах были представлены генные и молекулярные схемы и тут же живые объекты, например шелковичные черви копошились в листьях (фото 9). Или морское существо *Ciona intestinalis* — важный объект геномики. Там она лежала живьем, ее можно было взять, пощупать, посмотреть (фото 10, 11). Это ближайший родственник предков всех хордовых, у него геном меньше, чем наш, в десять раз и генов меньше раза в два, а клеток — всего две с чем-то тысячи. На нем гораздо проще изучать жизненные процессы эукариот, чем на мышах или обезьянах: все-таки две тысячи клеток, а не десять в двенадцатой —

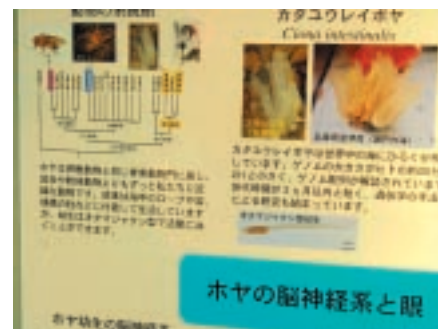
тринадцатой степени, как у нас. Например, глаз у личинки *Ciona* устроен из 38 клеток, а мозг из ста с небольшим, но тоже думает. Легко объяснить, для чего изучать этот непонятный объект — деталей в нем гораздо меньше, а устроен он так же, как мы сами. Изучая его, мы быстрее поймем, как мы эволюционировали, как наш организм работает, и это знание, может быть, позволит немного поправить наше здоровье.

Или такой экспонат: большая чашка с агаром, а на ней отпечаток ноги (фото 12). За два дня до выставки дама, участвовавшая в исследованиях, прикоснулась голой ступней к агару с питательной средой, и там выросли бактерии, так что каждый пальчик отпечатался. И человек видит, что на ногах полно бактерий, и ничего — вот дама стоит живая, разговаривает. А попутно объясняется геномика микроорганизмов.



10 Наша родственница — асцидия *Ciona intestinalis*

11 Стенд объясняет, кем она нам приходится





В другом месте рассказывали о бактерии *Bacillus subtilis*. Как объяснить, почему на ее исследования затрачивают огромные деньги, хотя она и не объясняли, а показали. Сделали две куклы: одну симпатичную, с академической шапочкой, а другую — злую, черную (фото 13). Первая представляла *Bacillus subtilis*, а вторая — *Bacillus anthrax* — возбудителя сибирской язвы. Сами бактерии различаются одной плазмидой, это всего несколько процентов ДНК. При этом одна безопасна, а со второй страшно работать. К счастью, и не нужно, потому что почти все у них одинаково и *B. subtilis* можно использовать как модельный объект. Было ясно, что куклы не из магазина, а сделаны специально для выставки и больше их нигде не встретишь. Были там и чашки, где растут бактерии — конечно, не сибирская язва, а *Bacillus subtilis*.

А геномика этих бактерий была показана в рисунках. Во-первых, был нарисован паровоз, стрелочки указывали на его детали, а надписи поясняли: это — чтобы толкать, это — чтобы катиться и т. д. Рядом была изображена бактерия, и к ней тоже шли стрелки: это ее питает, это ее двигает, это воспринимает сигналы.

Приводились и геномы *B. subtilis* и *B. anthrax*: какие у них есть гены, за что они отвечают и чем отличаются.

На другом стенде показан пул нуклеотидов (по-английски pool — бассейн, а в биологии — все молекулы какого-то вещества, находящиеся в организме или клетке: глюкозы, аминокислот и так далее). С помощью конструктора «Лего» объясняется, что такое правильное спаривание (G-C, A-T) и что такое неправильное (например, A с G — такие ошибки приводят к мутациям).

И посетители, особенно дети, тут же начинают все пробовать своими руками и быстро запоминают, что так кубики хорошо соединяются, а вот эдак — плохо (фото 14). Представлены и ферменты, которые узнают и удаляют неправильно спаренные основания ДНК (фото 15).

Еще в одном месте проводили тест на чувствительность к алкоголю. На кожу наклеивали бумажный квадратик, смоченный 70%-ным спиртом, и через семь минут смотрели, что по-

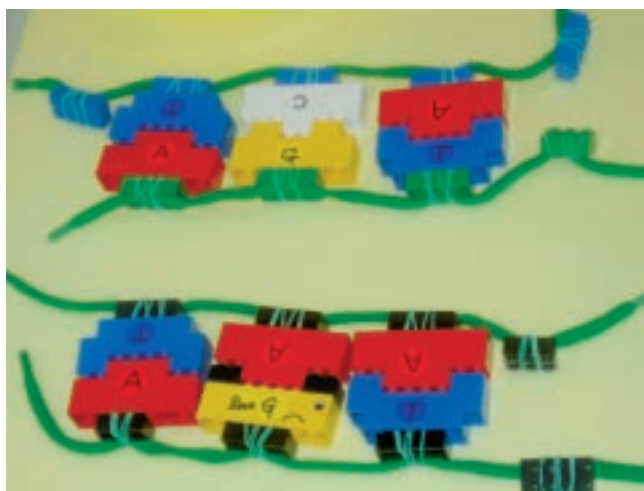


13
Кукольные *Bacillus subtilis* и *Bacillus anthrax*.
Чем не герои мультфильма?

лучилось. Если человек высоко чувствителен к алкоголю, то спирт у него быстро перерабатывается в альдегид (соответствующая версия гена часто представлена у японцев), а альдегид перерабатывается дальше медленно («медленная» версия этого гена также широко распространена в Японии). Повышенная концентрация альдегида приводит к покраснению кожи, в данном случае — на руке. Почти все японцы ходили с красными квадратиками, а у меня кожа осталась, как всегда,



12
На агаре — население ноги



14
Модели совсем простые, но сущность мутаций передают



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК



белой, что еще раз подтвердило мою устойчивость (фото 16). Всем прошедшим испытание выдали маленькое удостоверение, что он чувствителен или нет. А пока человек ждал положенного срока, он смотрел на плакат и изучал теорию, которая к этому вопросу относится: какие гены и ферменты что делают с молекулой этанола и продуктами его переработки, какие бывают аллели этих генов.

Часть презентаций сделали не ученые, а школьники из научных школ — это аналог наших спецшкол. Их в Японии 65. Там были и модельные объекты, и постеры. Постеры они еще не научились красиво делать, зато у них были забавные анимации. Всякие гены, ДНК, мутации были представлены с помощью зайчиков и других зверушек (фото 17). Зайчик там болеет, потом выздоравливает, еще что-то происходит, а при этом на экране появляются хромосомы, клетки, нуклеотиды. Дети охотнее смотрели эти презентации, чем слушали взрослых. Школьники еще делали что-то вроде лабораторных работ, ПЦР например. Они очень хотели все рассказать и все ждали, что их начнут расспрашивать.

На выставке проходила и пресс-конференция. На сцене были ведущие ученые-геномщики, например специалист по геномике приматов, а также известные в Японии люди совсем из других областей: поэтесса, которая

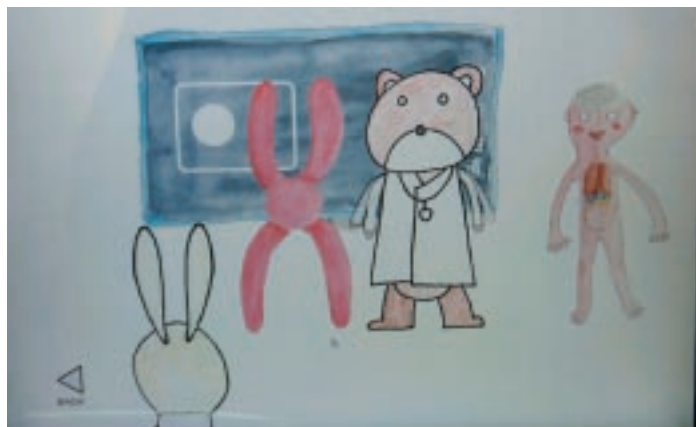
16

*К алкоголю устойчив.
Феномен, однако!*



15

*Ферменты
выловят неправильные
нуклеотиды из общего
пула и цепи ДНК*



17

Хромосома размером с медведя? Детей это не смущает

пишет стихи-танка на биологические темы, журналистка, синтоистский священник, он же профессор синтоистского университета. Присутствовало человек триста.

Журналистка проанализировала частоту встречаемости в прессе слов «ДНК» и «геном». Оказалось, что первое упоминается все чаще, а второе достигло максимума в 2003 году, когда появилась черновая расшифровка, и теперь идет на спад.

Священник хотел узнать у меня, в чем смысл знания, которое мы получаем. Я отвечал, что просто изучаю генетический текст, его структуру и функцию, а вопрос «почему» вне моей компетенции. Его очень удивляло, что специалиста-«предметника» больше интересует само получение информации, чем ее философский смысл.

Интересно выступила одна домохозяйка. Она сказала, что развитие науки разрушает цельность представления о мире и это вселяет беспокойство, потому что общая картина дробится и наука становится все менее понятной. Женщина спросила: «Что вы делаете, чтобы преодолеть эту проблему?» И действительно, многих

беспокоит развитие науки. Я тоже задумался, на кого возложить ответственность за то, что картина мира усложняется и становится непонятной. Мы создаем массу информации, а сделать ее доступной можем не всегда, и, наверное, мы как общество должны работать над тем, чтобы представить мир цельным. Меня очень впечатлило, что обычный человек задал такой вопрос.

Главное, что у меня осталось от этого мероприятия, это ощущение живого общения. Посетителям выставки было интересно посмотреть экспонаты и побеседовать с учеными накоротке. Важно это и для научной среды. Ученые считают, что люди знают их предмет и нужно уточнять лишь детали, но теперь они поняли, что все приходится объяснять с самого начала. А сделать это можно и забавно, и увлекательно. И когда специалисты будут писать заявки на гранты, они наверняка учтут опыт такого общения.



НОВЕЛЛ О НАНОУГЛЕРОДЕ



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Для обозначения очень мелких размеров стало модным добавлять к слову префикс «нано-». Наночастица — это та, размер которой соизмерим с размером атомов и молекул. Нанометр (нм) — это одна миллиардная (10^{-9}) метра. Что измеряют нанометрами? Расстояния между атомами в молекулах, кристаллической решетке. Например, длина простой связи C—C в среднем равна 0,154 нм, двойной — 0,133 нм, тройной — 0,120 нм, а длина углерод-углеродной связи в графите составляет 0,1418 нм. Так что термин «наноуглеродный» означает — соизмеримый с длинами связей между углеродными атомами.

НОВЕЛЛА ПЕРВАЯ. Дизайн углеродных аллотропов

Углерод давно прослыл элементом особым, не похожим на другие. Вся органическая химия своим существованием обязана именно ему. Чтобы не было обидно химикам-неорганикам, напомним, что углерод есть и у них (карбиды, карбонаты, цианаты, цианиды, карбонилы металлов и еще несколько соединений с одноуглеродными молекулами — CO, CO₂, COS, CS₂). Конечно, читатель учил, что алмаз и графит — тоже неорганика. Не будем спорить, хотя здесь налицо важный признак органических соединений — связь углерод-углерод. Пускай это будут углеродные полимеры!

Что касается искусственно полученного карбина $-(C^{\circ}C-)_n-$, то неорганики на него и не претендуют, так как он получается из ацетиленов, типичного органического соединения. Полимерный карбин некоторое время занимал третье место в ряду аллотропных модификаций углерода и исчерпывал, как полагали, аллотропные возможности углерода. Но пылкий ум химиков-органиков строил проекты новых органических чисто углеродных молекул.

Отметим, что алмаз, графит и карбин редко являются чистым углеродом. Хотя на долю краев макромолекул (граней кристаллов алмаза, краев графитовых слоев и концов молекул карбина) приходится ничтожная часть вещества, здесь чаще всего присутствуют примесные молекулы — вода, кислород и другие атомы или функциональные группы.

Химикам-дизайнерам было ясно, что чисто углеродные молекулы нужно искать среди циклов, так как у них нет концов. Вот простейшие примеры молекул малых циклоалленов: C₄ (цикло-

бутатетраен) и C₆ (циклогексагексаен), которые состоят только из sp-гибридизированных атомов углерода.

Здесь четыре и шесть углеродных атомов, связанных в алленовые цепочки, образуют четырех- и шестичленные циклы, причем шестичленный цикл можно составить также из углеродных атомов, соединенных поочередно тройными и простыми связями (циклогексатриин). Но эти углеродные молекулы вряд ли можно будет получить в виде устойчивых веществ, уж больно они напряжены и потому чрезвычайно активны. Нормальный валентный угол в алленовых цепочках C=C=C, как и в ацетилене, равен 180°. Можно, конечно, увеличить длину цепочки и сделать алленовый макроцикл (15–20 и более атомов). Органики умеют делать циклы любого размера. Чем больше размер макроцикла в циклоаллене, тем меньше в нем угловое напряжение. Однако реализовать этот проект пока что не удалось, хотя принципиального запрета здесь нет.

Следующий наноуглеродный проект — создание полициклических молекул, составленных из sp²-гибридизированных атомов углерода. У них нормальный валентный угол 120°, но возможны отклонения. Простейшие гипотетические примеры — углеродный тетраэдр (C₄), углеродный куб (C₆) и углеродный додекаэдр (C₂₀).

Первые две структуры, несмотря на кажущуюся привлекательность, так же маловероятны, как и вышеупомянутые малые циклоаллены, — слишком велико угловое напряжение в их молекулах. Циклопропен и циклобутен известны, но здесь всего одна напряженная двойная связь, а циклобутадиеи с двумя такими связями удается зафиксировать только в сильно охлажденном виде (–196°C), и то с помощью спектральных приборов.

При переходе к пятичленным циклам (углеродный додекаэдр) напряжение заметно ослабевает, но начинает действовать новый запрет: двум пятичленным циклам, составленным из sp²-гибридизированных атомов углерода, невыгодно быть по соседству, или, как говорят органики, быть конденсированными друг с другом (правило «изолированного пятичленного цикла» в ненасыщенных каркасных молекулах). А в углеродном додекаэдре таких запрещенных конденсированных пятичленных циклов даже двенадцать. Напряжение заметно падает, а запреты снимаются, если пятичленные циклы «разбавить» шестичленными. Наименьшая полициклическая структура, в которой это условие выполняется, должна содержать 60 атомов углерода. В ней 20 шестичленных и 12 пятичленных циклов.

НОВЕЛЛА ВТОРАЯ. Его величество Фуллерен

Таким образом мы пришли к бакминстерфуллерену C₆₀, путь к которому отмечен такими вехами: предсказан в 1966 году (статья D.E.H. Jones в научно-популярном журнале «New Scientist»), рассчитан квантово-химическим методом в 1973 году (статья Бочвара Д.А. и Гальперн Е.Г.) и, наконец, получен в микроколичествах в 1985 году (статья H.W. Kroto, J.R. Heath, S.C. O'Brien, R.F. Curl, R.E. Smalley). С тех пор изготовлены десятки, если не сотни килограммов этого удивительного вещества, а его изобретателям присуждена Нобелевская премия по химии за 1996 год.

Длинное и труднопроизносимое название бакминстерфуллерен происходит от имени и фамилии далекого от химии американского архитектора Бакминстера Фуллера. Он предложил строить куполообразную кровлю без подпорок в виде конструкций из шестиугольных и пятиугольных фрагментов, соединенных в строго определенном порядке. Молекула C₆₀ в точности повторяет одну из таких конструкций. Изобретатели молекулы C₆₀ вспомнили своего соотечественника и назвали детище его именем. Нужно отметить, что молекула C₆₀ повторяет геометрическую фигуру, которую знал еще древнегреческий математик Архимед и ко-

торию математики называют усеченным икосаэдром. Так что вещество с такой молекулой можно было бы назвать и архимедреном, но среди изобретателей C_{60} не оказалось греков.

Кожаная оболочка футбольного мяча часто имеет форму усеченного икосаэдра, поэтому C_{60} иногда называют бакиболом или футболеном. В первом названии еще прослеживается связь с архитектором, а во втором суффикс «ен» подчеркивает наличие двойных связей, которых в «футбольной» молекуле 30. Наконец, сокращенное название C_{60} — фуллерен.

Астрономы обнаружили его в космосе и метеоритах; математики открыли много нового в усеченном икосаэдре и других многогранниках; биологи заметили похожие на фуллерен биологические структуры у живых существ и продуктов их жизнедеятельности; геологи нашли фуллерен в некоторых породах; материаловедам тоже понравились уникальные вещества.

Фуллерен стал самым упоминаемым в научных статьях веществом. С момента открытия ему посвящены десятки тысяч статей, взяты сотни патентов, написаны монографии (первая монография на русском языке указана в конце статьи), выходит журнал «Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures», посвященный фуллерену и родственным структурам. Ученые по несколько раз в год собираются на научные конференции, чтобы сообщить миру о новых свойствах и применениях фуллерена. Фуллерен проник в энциклопедии и учебники, возникла наука «фуллереноведение». Начато промышленное производство фуллерена. Из экзотического вещества он превратился в продукт, который можно заказать и купить в любых количествах. Правда, цена его пока что сравнима с ценой алюминия в 1825 году, когда оный алюминий был только что получен и стоил дороже золота.

Фуллерены мало реакционноспособны, они могут вступать только в реакции присоединения. В первую очередь в них участвуют связи между 5- и 6-членными кольцами. В молекуле фуллерена C_{60} диаметр атомного остова составляет 0,7 нм; во внутреннюю полость диаметром 0,44 нм могут поместиться некоторые атомы, например азота, металлов (La, Gd, Be, Ca и др.), инертных газов (He, Ne, Ar, Kr, Xe). Образуются так называемые эндоэдральные фуллерены. Их обозначают подобно адресу электронной почты: $N@C60$. Атомы, включенные в полость, оказываются надежно спрятанными, как вещество в запаянной ампуле, и выходят оттуда только при разрушении оболочки фуллерена. С самой оболочкой, как ни парадоксально, они не ре-

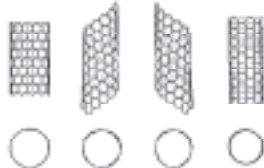
агируют, даже если это, например, атомарный азот.

В кристаллической решетке между сферическими молекулами фуллеренов также имеются пустоты. Они могут заполняться атомами щелочных металлов. Эти «соединения включения» называют фуллеридами. Некоторые из них, например фуллерид рубидия, имеют сравнительно высокую температуру перехода в сверхпроводящее состояние. У Rb_3C_{60} это 29К, что превышает температуру перехода некоторых промышленных сверхпроводников.

Новые вещества можно и должно предсказывать, а не ждать, когда они сами появятся на свет. Надо только уметь доказать, что предполагаемое соединение имеет право на существование, и найти для него полезное применение.

НОВЕЛЛА ТРЕТЬЯ. Углеродные трубки — самые тонкие трубки в мире

Химики научились превращать графит не только в фуллерены, но и в еще одну аллотропную форму — углерод с трубчатыми молекулами. «Химия и жизнь» рассказывала о них, последний раз — в 2004 году, в № 6. Стенки этих трубок сетчатые, из шестигранных ячеек, как и плоскости из атомов углерода в графите. Диаметр углеродных трубок составляет от 0,7 до 25–30 нм, поэтому их называли нанотрубками. Это тончайшие трубки из всех известных: сечения самых тонких стеклянных капилляров, которые удалось изготовить, составляют десятки и сотни тысяч нанометров.



На рисунке показаны проекции моделей четырех изомерных нанотрубок, каждая из них содержит 216 атомов углерода. Для наглядности, как и в случае фуллеренов, жирными линиями выделены связи передней части (той, что ближе к наблюдателю). Верхний и нижний края содержат по 24 углеродных атома. Диаметр первой (зигзагообразной) нанотрубки — 0,93 нм, четвертой (кресловидной, или зубчатой) — 0,81 нм (название дается по форме края); обе имеют плоскости симметрии. Вторая и третья плоскостей симметрии не имеют и выглядят кособокими. Нетрудно заметить, что они — зеркальные изображения друг друга, которые нельзя совместить. Это примеры так называемых хиральных нанотрубок. Через самые тонкие на-

нотрубки могут пройти только отдельные атомы или небольшие молекулы, но бывают нанотрубки и потолще. Получены нанотрубки, нашпигованные молекулами фуллеренов. На электронной микрофотографии они похожи на стручки гороха. Диаметр таких нанотрубок — 1,3–1,5 нм.

Впервые идея о получении углеродных нанотрубок была высказана автором этой статьи именно в «Химии и жизни» (1985, № 8). Там фигурировала простейшая модель трубчатого углерода — свернутый в трубку лист графита. Для подтверждения правдоподобности такой модели в статье (ссылка в конце) был приведен результат расчета D , то есть отклонений от 360° сумм валентных углов при каждом углеродном атоме в шестичленных кольцах на цилиндрической поверхности зигзагообразной нанотрубки (K — число колец в сечении).

K	3	4	5	6	7	8	9	10
Δ	31,6	16,5	10,3	7,0	5,1	3,9	3,1	2,4

Оказалось, что у нанотрубки с диаметром 0,8 нм ($K = 10$) отклонение каждого из углов не должно превышать $2,4/3 = 0,8$ градуса. Среди органических соединений встречаются вполне устойчивые вещества (например, парациклофан), в которых отклонение сумм углов в ароматических кольцах от 360° имеет тот же порядок. Более точный расчет подтвердил, что углеродные трубки можно получить и они будут устойчивы.

В 1991 году нанотрубки были получены, причем условия превращения оказались почти такими же, как и в случае фуллерена, но требовался катализатор — кобальт или никель. Как происходит превращение графита в нанотрубки, точно не установлено. Одни считают, что сначала графит полностью разрушается и трубки возникают из графитового пара (графит сублимируется при 3500°C). Но этот путь требует слишком высоких энергий и потому маловероятен. Углеродные нанотрубки вполне могут образоваться на краях листов из графита в результате их сшивания под действием катализатора. Он работает наподобие застежки-молнии, которая движется в обе стороны вдоль края графита. Сначала катализатор сшивает слои, образуя закругление. Затем, двигаясь обратно вдоль образовавшегося закругления на некотором расстоянии от него, катализатор делает разрез и вновь соединяет края. Образуется нанотрубка. Далее катализатор движется в первоначальном направлении и повторяет процесс разрезания и сшивания, как челнок ткацкого станка. Такой способ позволяет объяснить об-

разование нанотрубок, имеющих толщину, кратную расстояниям между слоями графита, и делает понятным появление многостенных нанотрубок.

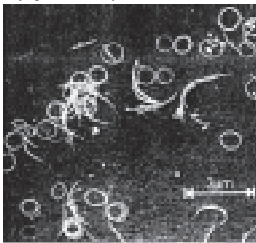
Нанотрубки способны самопроизвольно закрываться колпачками. На каждом конце образуется по шесть пятичленных колец, то есть с двух концов — двенадцать, как в молекулах фуллеренов: закрытые колпачками нанотрубки можно рассматривать как фуллерены, но сильно удлиненные. Причем наиболее реакционноспособные части нанотрубок — это их колпачки.

Как и фуллерены, нанотрубки уже используются на практике. Их применение основано на особых оптических, полупроводниковых и механических свойствах. Вот, например, весы из нанотрубки для взвешивания отдельных молекул. Нанотрубка закреплена с обеих сторон и натянута, как струна. Рядом размещается металлическая пластинка, на которую подается напряжение, заставляющее струну вибрировать с определенной частотой. Наноструна, конечно, не издает звуки, слышимые человеческим ухом, — она излучает волны в радиодиапазоне. Если на натянутую нанотрубку поместить исследуемую молекулу, частота изменится, и это изменение зависит от массы молекулы.

НОВЕЛЛА ЧЕТВЕРТАЯ. Углеродные нанокольца — окаменевшие пузырьки?

Идея образования углеродных нанокольца из нанотрубок была высказана в упомянутой уже статье в журнале «Химия и жизнь», но была ли она реализована, пока неясно. В 1999 году появилась статья R. Martel, H.R. Shea, P. Avouris «Кольца из одностенных углеродных нанотрубок» («Nature», v. 398), в которой была приведена вот эта фотография.

Сырьем послужили углеродные нанотрубки. Их обрабатывали при 40–50°C перекисью водорода в концентрированной серной кислоте, облучая при этом ультразвуком. В этих условиях длинные нанотрубки укорачивались до длины 2–4 нм, а концы отрезков активировались за счет образования карбоксильных групп. Что делал ультразвук? Известно, что он вызывает в жидкости акустическую кавитацию — образование пузырьков, которые тут же захлопываются. Предполагалось, что центрами образования пузырьков будут нанотрубки.



Вследствие их гидрофобного характера они будут выталкиваться на границу раздела пузырьков с жидкостью. Здесь под действием сил поверхностного натяжения и энергии ультразвукового излучения сравнительно жесткие нанотрубки изогнутся по форме пузырьков, образуя спирали и кольца. Замыкание произойдет за счет соединения активных групп на концах нанотрубок. Пузырьки захлопнутся, а молекулы-нанокольца останутся.

Оригинальная идея оказалась правильной. Пузырьки, возникшие в результате кавитации, оставляли как бы окаменевшие следы. Иногда замыкание нанокольца не происходило, и тогда образовывались скрученные обломки, которые также хорошо видны на микрофотографии. Выход нанокольца достигал 50%. Было подсчитано их распределение по размерам. Оказалось, что чаще всего они имеют радиус 320–400 нм и толщину 26–31 нм. О каких-либо других свойствах углеродных нанокольца пока не сообщалось, но можно предположить, что они будут столь же необычными, сколь уникальна форма их молекул. К сожалению, в следующей статье (Phys. Rev. B, 1999, v. 103) авторы стали отрицать образование нанокольца, предложив для продукта спиральное строение без соединения концов. Возможно, у них были на то причины, но они их не сообщили, и нам остается только ждать новых публикаций. Или сделать такие колечки самим.

Возможные особые свойства могут быть связаны вот с чем. В магнитном поле в бензольных циклах нанокольца должны возникнуть р-электронные токи, причем для этого не нужны сверхнизкие температуры. Если локальные токи охватят всю ароматическую систему нанокольца, то они, подобно сверхпроводящим соленаоидам, приобретут значительную намагнитченность. Получится новый магнитный материал с высокой намагнитченностью.

НОВЕЛЛА ПЯТАЯ. Как их называют и как собирают?

Сначала предлагаем читателям полюбоваться моделями трех нанокольца (зигзагообразного, кресловидного и хирального), изготовленных компьютерным способом. Все они содержат по 2400 углеродных атомов и построены только из шестичленных колец, как графит. В отличие от фуллеренов, здесь пятичленные кольца не нужны.

Было бы наивным полагать, что таким гигантам можно дать системати-



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

ческие названия подобно другим органическим соединениям. Да и какие слова здесь могут подойти, если вся молекула состоит из одного углерода? Нужна какая-то другая система. Это стало понятным после того, как были сделаны попытки назвать фуллерен C_{60} . Его рассматривали как карбоксный углеводород с шестидесятью углеродными атомами, поэтому основой был гексаконтан. В названии отразили структуру каркаса из тридцати одного цикла (так по номенклатуре) и наличие тридцати двойных связей. Мы не будем приводить нудное объяснение, как это делали, но вот конечный результат:

гептриаконтацикло[29.29.0.0^{2,14}.0^{3,12}.0^{4,59}.0^{5,10}.0^{6,58}.0^{7,55}.0^{8,53}.0^{9,21}.0^{11,20}.0^{13,18}.0^{15,30}.0^{16,28}.0^{17,25}.0^{19,24}.0^{22,52}.0^{23,50}.0^{26,49}.0^{27,47}.0^{29,45}.0^{32,44}.0^{33,60}.0^{34,57}.0^{35,43}.0^{36,56}.0^{37,41}.0^{38,54}.0^{39,51}.0^{40,48}.0^{42,46}]гексаконтан-1,3,5(10),6,8,11,13(18),14,16,19,21,23,25,27,29(45),30,32(44),33,35(43),36,38(54),39(51),40(48),41,46,49,52,55,57,59-триаконтан!

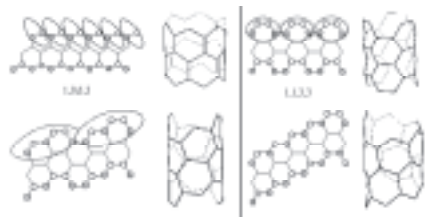
Таковыми названиями пользоваться невозможно. Поэтому для фуллеренов IUPAC предложил специальную номенклатуру, отражающую число атомов углерода и симметрию молекулы (www.chem.qmul.ac.uk/iupac/fullerene/). Структуры C_{60} (симметрия I_h) и C_{70} (симметрия D_{5h}) получили такие названия: [5,6]-фуллерен-60- I_h , [5,6]-фуллерен-70- D_{5h} . Цифры в квадратных скобках отражают наличие только 5- и 6-членных колец (теоретически возможны кольца другого размера). Таким образом, названия фуллеренов — это фактически буквенно-цифровые коды. Существует также способ нумерации углеродных атомов для обозначения продуктов присоединения к молекулам фуллеренов.

Нанотрубки можно рассматривать как полимерные структуры, а нанокольца — как олигомеры. В 2002 году группа авторов (Корнилов М.Ю., Плехотник В.В., Михайленко А.В., Любчук Т.В., Реутов Д.В., Исаев С.Д.) предложила универсальный способ их кодирования, основанный на математических понятиях



бусинки (элементарного звена) и ожерелья (повторяющегося макроцикла в поперечном сечении нанотрубки или нанокольца). Код нанотрубки состоит из четырех числовых, одного буквенного параметра и в общем случае имеет вид (p, q, w, t, c) . Каждая бусинка всегда содержит четное число атомов углерода и задается в коде парой взаимно простых чисел p и q . Возможны такие наборы параметров p и q : 1, 0; 1, 1; 2, 1; 3, 1; 3, 2; 4, 1; 4, 3; 5, 1; 5, 2; 5, 3 и т. д.

Третий параметр w — количество бусинок в ожерелье. Четвертый параметр t — количество ожерелий в нанотрубке. Пятый, буквенный параметр кода c — признак наличия хиральности. Если хиральность есть ($p > 1$), то параметр c обозначаем, например, зеркально симметричными буквами R и Я. Если хиральности нет, параметр c вовсе опускаем, так как отсутствие хиральности следует из величин первых двух параметров: $p = 1, q = 0$ (зигзагообразная нанотрубка) и $p = q = 1$ (кресловидная нанотрубка). Ниже показаны развертки четырех изомерных отрезков нанотрубок для $N=12$, соответствующие коды и проекции этих нанотрубок. Все четыре структуры содержат по три ожерелья ($t=3$). Передние (ближе к наблюдателю) связи показаны жирными линиями, атомы углерода верхнего и нижнего ожерелья обозначены кружочками. Бусинки верхнего ожерелья обведены овалами.



У первой нанотрубки ожерелье содержит шесть бусинок ($w=6$), каждая из которых состоит из двух атомов углерода. У второй нанотрубки ожерелье состоит из трех бусинок ($w=3$), содержащих по 4 атома углерода каждая. Обе нанотрубки имеют плоскость симметрии, то есть они ахиральны. У третьей нанотрубки имеется две бусинки из 6 атомов углерода каждая, а

у четвертой — одна бусинка из 12 атомов углерода. Две последние нанотрубки хиральны, они существуют в виде двух пар нетождественных зеркально симметричных энантиомеров с кодами $(2, 1, 2, 3, R)$ и $(2, 1, 2, 3, Я)$, $(5, 1, 1, 3, R)$ и $(5, 1, 1, 3, Я)$. Число различных ожерелий с заданным числом атомов углерода N , а также состоящих из них изомерных нанотрубок составляет $N/2$.

Этот метод кодирования нанотрубок годится и для нанокольца, но требует указания еще двух целочисленных параметров, a и b . Они показывают, как соединены концы нанотрубки перед замыканием нанокольца — без поворота или с поворотом концов друг относительно друга. Если поворота нет, $a = b = 0$, то есть код заканчивается двумя нулями; если делается один полный оборот, то $a = 1$, то есть код заканчивается единицей и нулем; если два оборота, то двойкой и нулем и т. д. Параметр b может принимать значения от 0 до $w-1$, то есть он определяется количеством бусинок в ожерелье, это параметр взаимных сдвигов бусинок у соединяемых концов. Таким образом, код нанокольца в общем случае имеет вид (p, q, w, t, c, a, b) . Например, приведенные выше три нанокольца имеют такие коды: $(1, 0, 10, 120, 0, 0)$, $(1, 1, 5, 120, 0, 0)$, $(3, 1, 3, 100, Я, 0, 0)$. А разработанная группой авторов (И.В.Руденко, Д.В.Реутов, А.В.Михайленко, М.Ю.Корнилов) компьютерная программа (приложение к пакету HyperChem) построит нанотрубку или нанокольцо из тысяч углеродных атомов, для чего достаточно просто задать ее код.

Маленькое приложение для будущего дизайнера

Поверхность любой нанотрубки и любого нанокольца можно раскрасить, выделяя три полосы шестичленных колец, соединенных противоположными сторонами между собой. Полосы имеют вид спиралей, окружностей или прямых линий. Если нанотрубка или нанокольцо ахиральны, две спирали получаются зеркально симметричными, а если наноструктуры хиральны, то все три полосы разные. По этому признаку можно легко отличить хиральные наноструктуры от ахиральных, а также установить тождественность или различие структур, сравнив, например, число витков спиралей, шестичленных колец или углеродных атомов в них. Этот способ особенно эффективен, когда наноструктуры содержат тысячи углеродных атомов. Раскрасить спиральными полосами поверхности нанотрубок и нанокольца позволяет приложение к пакету HyperChem.

Вот как выглядят спиральные раскраски ахиральных нанотрубок — зигзагообразной $(1, 0, 10, 60)$ и кресловидной $(1, 1, 6, 48)$.



Две из раскрасок, как и должно быть, являются зеркально симметричными. А спиральные раскраски нанокольца $(3, 1, 3, 100, Я, 0, 0)$ — разные, так как оно хиральное.



Спиральные раскраски зигзагообразного нанокольца $(1, 0, 10, 120, 0, 0)$ являются зеркально симметричными, каждая раскраска содержит по шесть витков спирали.



Если это нанокольцо перед замыканием скрутить на один оборот, оно становится хиральным. В результате спиральные раскраски опять же получатся разные.



Впереди новые неожиданности его величества углерода. Почему бы и вам не попробовать открыть его тайны?

Литература

Первая монография на русском языке: Трефилов В.И., Щур Д.В., Тарасов Б.П., Шульга Ю.М., Черногоренко А.В., Пишук В.К., Загинайченко С.Ю. Фуллерены — основа материалов будущего. — Киев: ИПМ НАНУ и ИПХФ РАН, 2001, 148 с.

О минералах — вообще и в частности



Каждый день реклама твердит нам о минералах. Минералы в лекарствах, в косметике, в кошачьем корме. Что же это такое — минералы? Попробуем разобраться.

По определению, минерал — это твердое тело природного неорганического происхождения, имеющее определенный состав, выражаемый химической формулой, и кристаллическое строение. Из минералов состоит твердая земная кора, где они представлены отдельными кристаллами или кристаллическими образованиями, но главным образом как однородные кристаллические компоненты горных пород.

Итак, минералы — это кристаллы (или кристаллики), которые можно пощупать, измерить, взвесить или хотя бы увидеть, пусть даже в лупу или микроскоп. Ясно, что минералы в кошачьем корме — не более чем рекламный вздор. Но со многими минералами мы действительно имеем дело в повседневной жизни. И буквально каждый день — с самым жизненно важным, незаменимым минералом № 1 — обыкновенной поваренной (каменной) солью, по-научному галитом. Скромнее роль в нашей жизни других минералов, например драгоценных камней. Или полевого шпата, используемого для производства фарфора, фаянса и зубных паст. Из минералов состоят природные камни, используемые в строительстве. Другие минералы служат источниками металлов, из которых делают гвозди, провода, часовые механизмы, космические аппараты и вообще множество нужных вещей.

Слово «минерал» употребляется также в *собирательном* значении вместо более точного термина «минеральный вид», аналогичного биологическому виду животного или растения. Исходя из определения понятия минерала, минеральный вид — это совокупность минералов, одинаковых по химическому составу и кристаллической структуре. Упомянутый галит (фото 1 и 2) — это природные кристаллы хлорида натрия NaCl с кубической кристаллической решеткой и параметром элементарной ячейки $a_0 = 0,564$ нм (рис. 1). Два минерала относятся к одному минеральному виду, если у них попарно совпадают оба определяющих признака, и к

Фото автора

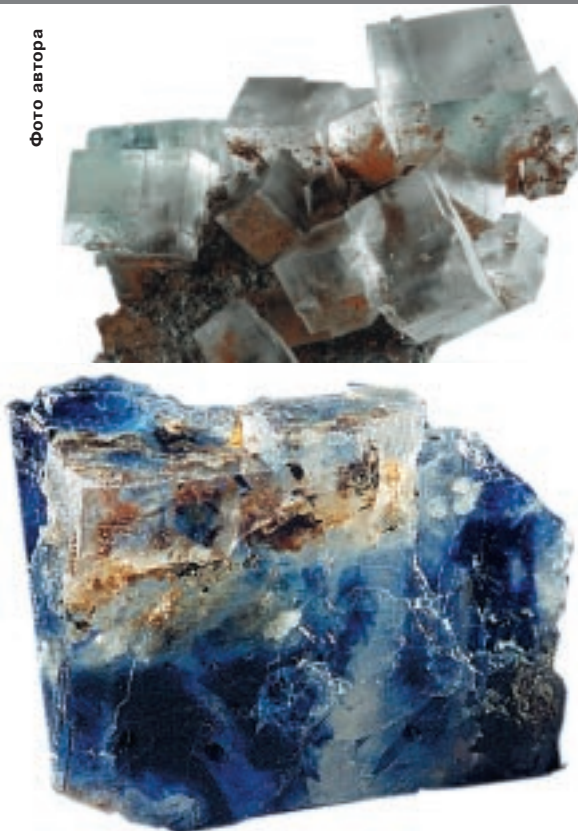


Фото 1
Кристаллы галита

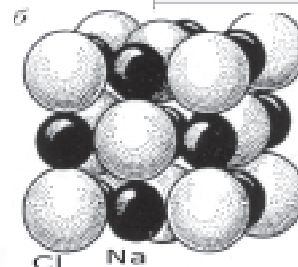
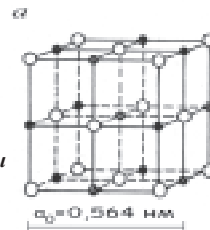


Рис. 1
Кристаллическая решетка (а) и структура (б) галита

Фото 2
Кристалл галита.
Синяя окраска связана с дефектами кристаллической структуры

разным видам, если хотя бы в одной паре имеется несовпадение. Например, одинаковые по составу, но структурно различные пирит FeS_2 (фото 3 и 4) и марказит FeS_2 (фото 5 и 6) — разные минералы. В данном случае это заметно и так, но вообще-то внешность минералов обманчива и порождает немало недоразумений. В частности, несмотря на идентичность внутренней структуры, внешние формы кристаллов одного и того же минерала могут быть весьма разными, как это видно на примере пирита (фото 3 и 4).

Теперь, когда с минералами, казалось бы, все ясно и достаточно про-

сто, полезно проследить, как представление о них менялось со временем. Эти изменения демонстрируют связь с развитием производства и хозяйственных потребностей, то есть с самой историей человечества. Начнем сначала.

Первобытный человек не имел ни малейшего понятия ни о химическом составе и кристаллической структуре,

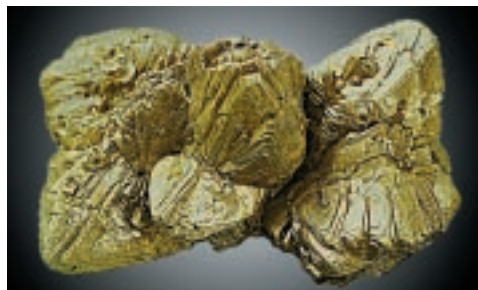


Фото 3
Сросток кристаллов пирита

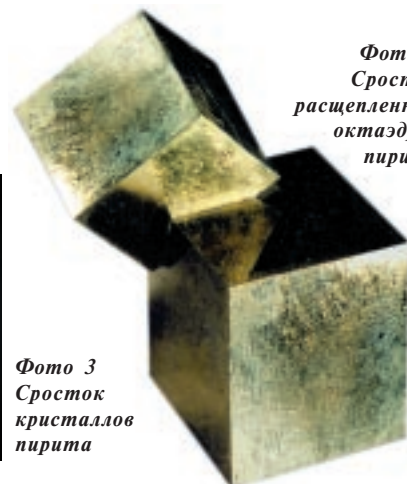


Фото 4
Сросток расщепленных октаэдров пирита

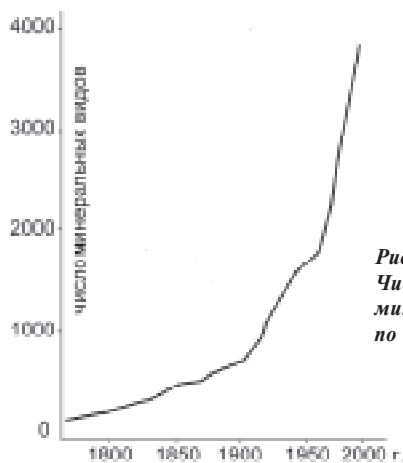


Рис. 2
Численность открытых минеральных видов по годам

Фото 5
Дендритные кристаллы марказита

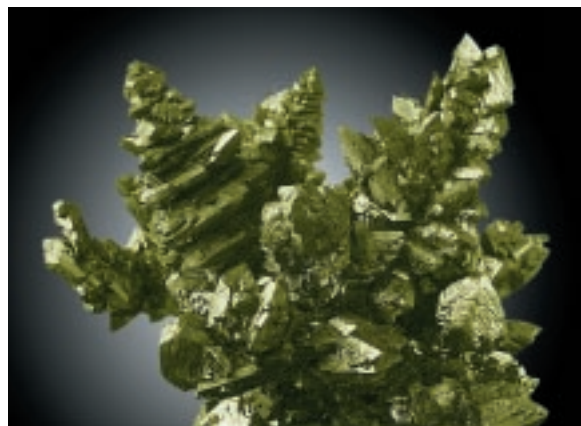


Фото 6
Сферолиты марказита сложены тончайшими игольчатыми кристалликами, расположенными по радиусам



ни о самих минералах. В окружавшей его природе он видел просто камни, умел отличать их от растений, от животных и друг от друга, и этого было достаточно для изготовления примитивных орудий и сооружений. Вместе с тем интересен тот факт, что отдельные минералы (как мы назвали бы их сегодня) явно привлекали внимание древнего человека независимо от их практического использования.

Зачем, например, понадобился ему куб галенита, найденный в 1986 году при раскопках палеолитических курганов Долины Миссисиппи (США)? Это как раз тот случай, когда можно делать серьезные выводы. Дело в том, что галенит PbS, тяжелый минерал с сильным металлическим блеском (образец показан на фото 7), не валяется под ногами где угодно. Древний человек мог подобрать его только там, где рудная залежь выходила на поверхность земли — не ближе чем в сотне километров от места раскопок, где пролегает рудная полоса Вайбурнум-Тренд. И на протяжении этого далекого пути человек не расставался со своей находкой. До практического применения галенита (ныне это главная руда свинца) оставались тысячелетия. Историческая наука отрицает и возможность его культового предназначения. Остается одно: находка заинтересовала человека необычным видом — блеском, тяжестью, еще чем-нибудь. По-видимому, стремление сохранять необычное, редкое, исчезающее, иными словами, инстинкт коллекционирования, генети-

чески свойственно Homo sapiens — человеку разумному.

Но вернемся к понятию минерала. В IV веке до н. э. Аристотель поделил природу на три «царства» — животное, растительное и минеральное. К минеральному он отнес все, что не попадало в первые два, сформулировав тем самым исторически исходную позицию: минералы — вся неживая природа. Любознательные греки и римляне собирали и хранили сведения о минералах, старались найти им практическое применение. Сочинение «О камнях» ученика Аристотеля Теофраста (372–287 годы до н. э.) содержало подобные сведения о 60 минералах. Непревзойденной по тем временам полнотой отличались сводки, составленные римским натуралистом Плинием Старшим (24–79 годы).

По мере накопления данных и открытия ранее неизвестных минеральных видов (рис. 2) понятие минерала сужалось. Но примерно до начала XVI столетия все еще не делалось различия между минералами как таковыми и горными породами, окаменелостями, рудами, а также искусственными продуктами; основное внимание уделялось применению и способам идентификации минеральных веществ. Так, одна из наиболее полных сводок, составленная в 1048 году узбекским энциклопедистом Бируни, содержала детальные характеристики более сотни веществ — минералов, горных пород, сплавов, красок, стекол и т. д. Иначе

обстояло дело в средневековой Европе. Трактаты о камнях («лапидарии»), как правило, не выходили за рамки компиляций и схоластических комментариев к античным текстам при непрерывном перечислении «сокровенных» свойств камней: «Тем, кто носит агат, он дарует и силу, и крепость.//Делает красноречивым, приятным и с виду цветущим» (Марбод Реннский, 1080 год).

Сам термин «минерал», насколько известно, впервые встречается в сочинении ученого монаха XIII в. Альбертуса Магнуса (Альберта Великого). На средневековой латыни он означал «то, что из рудника», «ископаемое». Это уже намек на практическое отношение к минералам, отражение более зрелой стадии разделения труда и, соответственно, дифференциации знания. Исключение из понятия минерала искусственных тел стало первым шагом в его эволюции. Но к минералам все еще относили любые ископаемые тела: и обломки горных пород, и окаменевшие остатки животных и растений, а также воду, нефть, каменный уголь. Необходимость расчленить общее понятие еще не назрела.

В эпоху Ренессанса расцвет промышленного производства и торговли увеличил спрос на металлы, особенно цветные и благородные, что обусловило интенсивное освоение месторождений, развитие горного дела и металлургии. Возникли новые вопросы к науке, прежде всего относительно рудных минералов и их спутников в рудных жилах и залежах. Среди ученых-натуралистов, отказавшихся от средневековой схоластики и посвятивших себя прямому изучению природы, выделяется фигура саксонского врача, минералога и коллекционера Георгия Агриколы (латинизированное имя Георга Бауэра, 1494–1555). Изучая «ископаемые» не по древним манускриптам, а непосредственно в горных выработках, Агрикола составил описания *физических свойств* многих минералов, окаменелостей, разного рода камней и даже каменных топов, принимавшихся тогда за упавшие



с неба «громовые камни», добавив ко всему этому 20 «ископаемых», открытых собственноручно. Все еще не делая различия между минералами и прочими ископаемыми, Агрикола считал их продуктами природных геологических процессов. Он расстался с традициями алхимии, а о «сверхъестественных силах» высказался категорично: «О тайных силах, приписываемых персидскими магами и арабами некоторым камням и самоцветам, я не скажу ничего. Достоинство и приличия обязывают человека науки полностью их отвергнуть» («О природе ископаемых», 1546 год). За сотни лет до великих научных открытий, известных сегодня каждому школьнику, Агрикола объявил миру то, о чем не мешало бы помнить современному апологетам «эзотерических свойств» камней.

По мере накопления новых данных вырисовывалась специфика собственно минералов.

К началу XIX столетия знаний об окаменелостях накопилось достаточно для возникновения отдельной науки — палеонтологии. А начиная с середины XIX века от минералогии отпочковалась петрография — наука о горных породах.

До середины XX века отношения между наукой о минералах и практикой оставались довольно простыми. Минералы служили главным образом сырьем для коренной металлургической или химической переработки, науку соответственно интересовал в первую очередь их состав и содержание нужных химических элементов. Утверждению «химического» взгляда на минералы весьма способствовали успехи химии, делавшей в то время свои самые важные открытия; минералогия, со своей стороны, снабжала ее новыми данными. В начале прошлого века возникла геохимия — наука о поведении химических элементов в земной коре. Ее создатели, знаменитые минералог В.И.Вернадский (1863–1945), В.М.Гольдшмидт (1888–1947), А.Е.Ферсман (1883–

1945), видели в минералах продукты протекающих в земной коре химических реакций: «Минерал есть химическое соединение химических элементов, образовавшееся естественным путем». А поскольку такими соединениями являются все вещества земной коры, минералами считали не только твердые, но и жидкие и даже газообразные природные тела. В.И.Вернадский, например, относил к минералам 1500 «минеральных видов» природных вод. Минералогия становилась прикладной наукой — химией земной коры.

Имелась и другая точка зрения: минерал — не просто химическое вещество, но и физическое тело определенной формы, размеров и т.д. В этих телах — минеральных индивидах — и конкретизируется каждый минеральный вид. Этого взгляда придерживались кристаллограф Е.С.Федоров (1853–1919), минералог Г.Чермак (1836–1927), П. Грот (1843–1928), А.К. Болдырев (1883–1946) и другие.

В ходе дискуссии все более осознавалась фундаментальная роль минеральных индивидов. Мир минералов построен из индивидов и их «коллективов» — минеральных агрегатов, подобно тому, как мир животных и растений — из организмов, особей и их сообществ. Это заключало в себе мысль о единстве организации природы, всегда волновавшую ученых и философов. И в конечном счете вторая точка зрения возобладала. А поскольку жидкости и газы не имеют собственных форм и размеров, они не могут образовывать индивидов, а значит, не могут считаться минералами. Природные газы и жидкости не удаётся индивидуализировать и как химические вещества, так как на Земле они встречаются в виде смесей.

Особый интерес к индивидам и кристаллам минералов возник во второй половине XX века. В научных, а затем и в практических целях стали все больше использовать такие природные кристаллы, как исландский шпат, оптический флюорит, пьезокварц и др. Существенно, что подавляющее большинство твердых тел, составляющих земную кору, находится в кристаллическом состоянии. От аморфных тел их отличают не только особые свойства, связанные с правильностью внутреннего строения, но и гораздо большая определенность химического состава. А наука уже владела способами «заглядывать» в кристаллические структуры и даже расшифровывать их. Эти способы были основаны на дифракции рентгеновских лучей в кристаллах, открытой еще в 1912 году М.Лауэ, П.Книппингом и В.Фридрихом. В общем, все шло к тому, чтобы

ограничить понятие минерала телами кристаллическими. И последний шаг к современному понятию минерала был, наконец, сделан.

Правда, природа не прочь пошатнуть наши представления о ней и свести на нет результаты упорного труда целых поколений. Когда дело касается реальных природных объектов, в простых и ясных определениях то и дело обнаруживаются «дыры». Камнем преткновения стали две природные жидкости. Как быть с водой? В понятие минерала она не «влезает». Но стоит температуре понизиться всего до 0°C, и вода становится самым настоящим минералом — твердым, кристаллическим, представленным индивидами, к тому же еще и весьма распространенным. Самородная ртуть по своей сути должна быть отнесена к классу минералов — самородных металлов — не к нефтям же и битумам! Однако полноправным минералом ртуть становится, лишь затвердевая при –39°C. Согласно формальному определению, *минерал* «самородная ртуть» следовало бы хранить и демонстрировать в музеях и коллекциях при температурах ниже –39°C, а *минерал* «лед» — ниже 0°C. С другой стороны, остальные, «истинные», минералы тоже могут переходить в жидкое состояние, разница лишь в температурах плавления. Но ведь нелепо искать предлог, чтобы узаконить диапазон температур 0 — –39°C, позволяющий «прописать» среди минералов две упомянутые жидкости. Природа здесь пока ничего не подсказала, оставив это нашей собственной проблемой. Проблемы есть и с некоторыми твердыми телами (например, с так называемым «обыкновенным опалом»), не имеющими кристаллического строения и оставленными в минералогической номенклатуре на правах исключения. Подобные «накрутки» портят красивое определение, бросая на него тень условности.

Разумеется, с такими исключениями, как вода, переходящая в лед, или самородная ртуть, при обычных условиях жидкая, можно примириться. Но есть и более серьезные соображения.

Хорошо известно, что жизнь, биологическая форма организации материи, подчиняясь фундаментальным законам

Фото 7
Кристалл
галенита

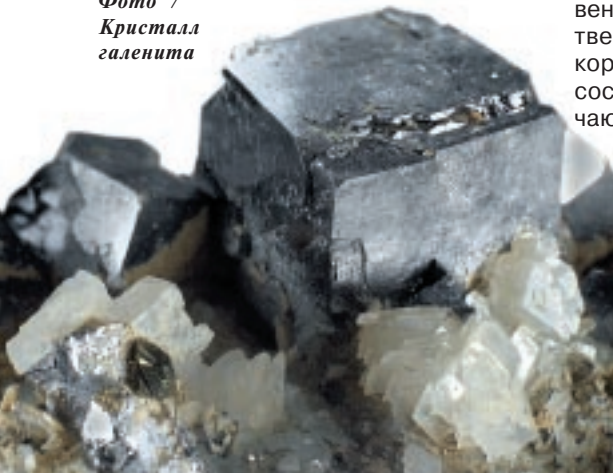




Фото 10
Природные
нитевидные
кристаллы
самородного
серебра



Фото 8
Кристалл
киновари — сульфида
ртути HgS



Фото 9
Скелетный кристалл куприта — оксида
меди Cu₂O

физики и химии, отнюдь не сводится к ним. Биологический вид определяется специфически биологическими признаками. Попытка описать живой организм некой совокупностью физических и химических свойств выглядела бы по меньшей мере странно. В отличие от живых существ, минерал устроен вроде бы совсем несложно, вся его суть — в составе и кристаллической структуре. Но вот В.И.Вернадский, например, был иного мнения. «Дать вполне полное определение этому понятию (минерала. — Б.К.) мы не можем, как не можем такового и для других объектов природы». И в самом деле, если бы минералы можно было исчерпывающе описывать физическими и химическими параметрами, то тем самым была бы стерта грань между ними и их искусственными аналогами — кристаллами, созданными в лабораториях и на заводах. Что эта грань реально существует, знает любой, кто умеет отличить природный рубин или другой ювелирный камень от его «синтетического» аналога. Не так уж и прост минерал! Сей весьма важный факт, кажется, остался за рамками нашего определения.

Но у нас еще есть в запасе «природное происхождение» (см. начало статьи). Что это: протокольный факт? Нет, это еще и *свойство* самого минерала. В любом природном кристалле записана его собственная «автобиография»: когда и где родился, в каких условиях рос, каким влияниям и

воздействиям подвергался, какие приобрел персональные особенности, как взаимодействовал с соседями. Минерал — это организм, возникший и миллионы лет существовавший среди бесконечных перемен и катаклизмов, которые не могли не оставить на нем своих шрамов и отметин. Это и есть те признаки, что отличают минерал от искусственного кристалла, даже полностью идентичного ему по составу и структуре. Далеко не все их удается расшифровать, хотя минералоги усердно работают в этом направлении. Более того, следует, по-видимому, признать, что содержание минерала как организма принципиально неисчерпаемо.

Наличие богатой «биографии» делает минералы *памятниками природы*. К сожалению, при современной технологии добычи полезных ископаемых почти все самые значительные памятники погибают; усилиями ученых и коллекционеров удается сохранить лишь ничтожную их долю. Культура и наука будущего вынуждены будут довольствоваться случайно уцелевшими объедками от нашей хозяйственной алчности. К чести коллекционерского движения, не менее девяти десятых от общего числа спасенных памятников природы хранится, по подсчетам французских ученых, в частных коллекциях.

Как живое существо — это совокупность наследственных и приобретенных признаков, так и любой минеральный индивид — это продукт совместного действия двух факторов: внутреннего — кристаллической структуры и внешнего — условий и обстоятельств кристаллизации и дальнейшего существования кристалла — в общем, влияния среды существования. Хотя минералы не могут размножаться, кристаллическую структуру можно уподобить «генетическому», видовому признаку, тогда как влияние среды определяет признаки «приобретенные», индивидуальные. Структура — фактор

стабильности, консервативности, унификации; влияние среды — фактор изменчивости, разнообразия, индивидуальности.

Подобно тому как нет на свете двух совершенно одинаковых кошек или грибов-подосиновиков, так среди множества идентичных по составу и кристаллической структуре минеральных индивидов не существует двух одинаковых. Природное происхождение — источник неограниченного, поражающего воображение разнообразия минерального царства. Приведенные фотографии дают о нем лишь весьма отдаленное представление. Оговоримся, что многие минералы известны пока лишь как единичные находки. Остальное царство минералов характеризуется *многообразием* форм, помноженным на *несовершенство*.

Многообразие кристаллических форм минералов порождается широким диапазоном термодинамических условий их образования, длительности процессов кристаллизации и влиянием всегда присутствующих посторонних веществ. На кристаллах одного из при-

Фото 11, 12
Кристаллы
апофиллита



родных карбонатов кальция — кальцита CaCO_3 обнаружено несколько сотен кристаллических форм! Многие из них даже получили выразительные горняцкие прозвища — от «собачьего клыка» до «крыла ангела». Еще более многообразны сложные индивидуальные и «коллективные» индивидов. Даже малая доля этого многообразия совершенно немыслима в параллельном мире искусственных кристаллов.

Не менее эффективный фактор разнообразия — несовершенство кристаллов. Идеальный кристалл — один, несовершенный — сколько угодно. Примечательно, что абсолютно совершенных кристаллов в природе нет. Совсем нет! Афоризм «кристаллы блещут симметрией», принадлежащий знаменитому русскому кристаллографу Е.С. Федорову, можно дополнить: «и прекрасны несовершенством». Да, именно несовершенством! Совершенный кристалл с идеальной, бездефектной структурой и полной симметрией, как скучноватый чертеж в минералогическом справочнике (некоторые из приведенных здесь фотографий сопровождаются, для сравнения, такими чертежами), — чистейшая абстракция. Абсолютное совершенство, абсолютная симметрия принципиально чужды природным кристаллам. Показателен пример одного из самых распространенных минералов — кварца SiO_2 , на долю которого приходится более 12% земной коры. Кристаллы кварца можно найти повсюду, от высокогорных хрустальных жил до известняковых карьеров Подмосковья. Но даже *относительно* малодфектные кристаллы, допускаемые стандартом для использования в пьезоэлектрической технике, настолько редки, труднодоступны и дороги, что промышленность вынуждена переходить на синтетическое сырье.

Идеальность природных кристаллов нарушается динамикой и кинетикой

развития, скоростью процесса кристаллизации, влиянием разного рода внешних факторов. Красота несовершенства перестанет казаться парадоксальной, как только мы уясним, что реальный кристалл — это продукт компромисса между стремлением растущего кристалла к *минимуму свободной энергии* — а именно он и означает совершенство в переводе на строгий язык науки, — и стремлением достигнуть этого минимума *как можно скорее*. Если бы процессы природной кристаллизации не сопровождались «спешкой» (в одних случаях измеряемой сутками, в других — миллионами лет), то мир в бесконечной перспективе наполнился бы идеальными кристаллами, похожими друг на друга как две капли воды. На первый план, таким образом, выступает фактор *времени*. Еще в 30-е годы прошлого века В.И. Вернадский отметил, что в основе несовершенства природных объектов лежит фундаментальная несимметричность, необратимость времени

Но раз уж со всем этим — к несчастью для потребителя минералов и к счастью для их любителя — ничего поделать нельзя, обратимся к другой интригующей теме.

Посмотрим еще раз на график открытия новых минералов (рис. 2). Да ведь это натуральная экспонента! Исторический процесс открытия новых минералов носит лавинообразный характер, и число известных видов удваивается каждые 40–50 лет. Если дело так пойдет и дальше, то можно предсказать момент, когда число известных минеральных видов вместо нынешних 4000 перевалит за миллион, обгонит искусственные вещества и продолжит свой рост.

Однако большинство минералогов не соглашается с таким прогнозом: исторические экстраполяции, как известно, дело рискованное.

Во-первых, одновременно с пополнением каталога минералов идет дискредитация видов, «открытых» по ошибке. Болезнь ошибочных «открытий» в основном преодолена совершенствованием методов идентификации минералов, но в прошлом была весьма распространена. Так, красивый минерал апофиллит $\text{KCa}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]_2\text{F}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (фото 11 и 12) за 70-летний период (1784–1853) «открыли» десятикратно! И каждый раз он получал новое название, которое потом приходилось исключать из минералогической номенклатуры. Но главное, численность минеральных видов ограничивается важными объективными обстоятельствами. Тот или иной гипотетический минерал может возникнуть при условии, если образующие его атомы «встретятся» друг с другом. Это зависит от их распрост-



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

раненности в земной коре, причем вероятность встречи, по законам комбинаторики, тем меньше, чем сложнее состав минерала. Его кристаллическая структура должна быть устойчива при термодинамических параметрах места «встречи». Возникший минерал сможет «выжить», оказавшись устойчивым и по отношению к изменяющимся условиям окружающей среды. Все это в принципе поддается расчету. Однако такой расчет даже для нескольких сотен гипотетических минералов настолько трудоемок, а проблема численности минеральных видов в природе пока что настолько неактуальна, что минералогов не берутся за ее решение и воздерживаются от конкретных прогнозов. По-видимому, следует ожидать, что в исторической перспективе процесс открытия новых минеральных видов замедлится и из лавинообразного перейдет в режим асимптотического приближения к некоторому предельному уровню... Если, конечно, к тому времени в него не вмешаются новые геологические катаклизмы.

Так или иначе, ежегодно открываются 40–60 новых минералов. В наше время это обычно какие-нибудь налеты или отдельные зернышки, ведь минералы, образующие большие кристаллы и крупные скопления, уже были открыты в прошлом. Так что для начала открывателю надо это скромное выделение *заметить*. Особый «нюх», способность обратить внимание на необычное зерно среди многих тонн горной породы — вызывающий справедливое удивление, почти мистический дар, которым наделены лишь немногие. На протяжении своей научной карьеры такой специалист открывает один за другим десятки новых минералов, тогда как на долю других, даже превосходно знающих мир минералов «в лицо», достаются в лучшем случае лишь единичные открытия.





БИОФИЗИКА

Не троньте яйцеклетку!

Сотрудники Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино) установили, что микрохирургические операции, проводимые над яйцеклеткой, нарушают ее биохимическое равновесие. Это может изменить ход нормального развития зародыша. Ученые проследили, как изменяется содержание калия в одноклеточном зародыше мыши после пересадки ядра. Наблюдения за уровнем ионов калия позволяют определить малейшие изменения в «самочувствии» клетки (pogorelov_a@mail.ru; pogorelov@iteb.ru).

Пересадка ядер — сегодня уже достаточно обычная манипуляция. Родное ядро меняют на чужое, когда исследуют взаимодействие ядра и цитоплазмы или пытаются клонировать млекопитающее. Тогда в безъядерную яйцеклетку пересаживают ядро из клетки какой-нибудь ткани, например из выстилки кишечника. А есть еще искусственное оплодотворение. В этом случае клетку ядра не лишают, но, вводя сперматозоид, все равно протыкают ее манипулятором. А операция на клетке, как и любое хирургическое вмешательство, не проходит бесследно, причем у эмбриона нет возможности прийти в себя после этого. Неумолимая программа развития гонит его вперед. Проблема в том, что клеточные хирурги вмешиваются в развитие эмбриона в самый ответственный момент — перед первым клеточным делением. Если оно пройдет с нарушениями, то возможны сбои в реализации генетической программы, и тогда вся жизнь будущего организма пойдет наперекосяк.

Пушинские биофизики определяли концентрацию ионов калия в одноклеточном мышинном эмбрионе, которому предстояло совершить первое деление. Затем из клетки удаляли ядро, а потом либо вставляли его снова, либо заменяли ядром другой, соматической клетки. После этого уровень калия определяли вторично. Внутриклеточную концентрацию калия измеряли с помощью электронно-зондового микроанализа на сканирующем электронном микроскопе «JSM-U3».

Оказалось, что микрохирургическая операция по удалению ядра уменьшает концентрацию калия в 4–5,5 раз. Этот эффект



не зависел от того, какое ядро помещали в клетку вместо удаленного: свое собственное или чужое. Поэтому, считают ученые, падение концентрации калия связано исключительно с самой хирургической процедурой отбора ядер. Уровень калия в клетке становится примерно таким, каким должен быть в начале первого деления неповрежденного эмбриона. Иными словами, микрохирургическая манипуляция досрочно подтолкнула эмбрион к делению. Это очень печально, поскольку для каждого этапа эмбрионального развития отведено строго определенное время, и поспешность здесь неуместна.

Ученые считают, что изменение содержания калия может значительно модифицировать дальнейшее развитие одноклеточного эмбриона. Не в этом ли причина частых неудач в попытках клонирования животных?

РАДИОЛОГИЯ

Запах лучевой болезни опасен

Сотрудники Медицинского радиологического научного центра РАМН (Обнинск) установили, что лабораторные мыши и крысы некоторое время спустя после облучения выделяют с мочой летучие компоненты, запах которых влияет на состав крови здоровых животных и снижает их способность к иммунному ответу. При этом симптомы лучевой болезни расходятся как круги по воде: один грызун, нюхавший мочу облученного животного, может, в свою очередь, ослабить иммунитет многих здоровых (surinov@mrrc.obninsk.ru).

Исследователи работали с самцами мышей. Одного из самцов сильно облучали, а затем возвращали в его собственную группу. За сутки облученный самец успевал вызвать у соседей по клетке расстройство иммунной системы и нарушение формулы крови. Затем одного из заболевших зверьков пересаживали в другую клетку к здоровым мышам, у которых, в свою очередь, расстраивалась иммунная система. Делегат из этой группы заражал признаками лучевой болезни вторую группу мышей. В каждой следующей группе способность к иммунному ответу снижалась одинаково, примерно на четверть. В контрольной группе, из которой самца забирала и возвращала без облучения, никто не заболел.

Нарушения от одной группы животных к другой могут передаваться не только от одной особи к другой, но и с помощью образцов мочи, впитавшейся в бумажную подстилку. Ученые доказали, что за эффект передачи отвечают именно ее летучие компоненты: моча облученных мышей, прогретая при температуре 40 градусов, теряет иммуносупрессивную активность. Эффект пропал и в том случае, если бумагу помещали в пластиковый пакет, исключающий испарение.

Итак, обнинские ученые установили, что даже одна облученная особь может быть причиной распространения вторичных нарушений иммунной системы у контактирующих с ней животных. Эффект выражен сильнее, если переносчиком болезни становится не рядовой грызун, а доминирующий самец, лидер группы. Очевидно, такой самец испускает более сильные химические сигналы. Животные, контактировавшие с ним или с его подстилкой, в свою очередь, могут вызывать нарушения и собратьев, не подвергавшихся облучению. Так развивается своеобразная «цепная реакция» — вторичные пострадиационные нарушения распространяются в группах необлучавшихся особей. Интересно, что ей не препятствует и межвидовой барьер: так, на «запах радиации», испускаемый мышью,





ми, реагируют и крысы. Одна-единственная облученная мышь, сбежавшая из варя или вырвавшаяся перед смертью из очага поражения, оставит за собой расходящийся след — множество грызунов с ослабленным иммунитетом. Экологические последствия такого события могут быть весьма серьезны.

цитология

Бурый жир от ожирения



Использовать жировые клетки для борьбы с ожирением и диабетом предлагают российские исследователи из Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН и Института биофизики клетки РАН (Пуцзино). Правда, не простые жировые клетки, а бурые (gennady_bronnikov@rambler.ru).

Бурый жир отвечает за разложение белого жира, запасующего триглицериды и при избытке портящего фигуру, и превращает его в углекислый газ, воду и энергию. Бурая жировая ткань у человека выполняет свою функцию в раннем детстве, после чего исчезает, но при необходимости, как установили биологи, ее можно восстановить из стволовых клеток. Надо только их простимулировать.

Зрелые бурые жировые клетки, адипоциты, не размножаются, а искусственное усиление их деятельности не давало терапевтического эффекта — слишком уж их мало. Ученые из Института биофизики клетки РАН (Пуцзино), вооружившись грантами РФФИ, попытались найти у стволовых клеток молекулы-рецепторы и соответствующие им гормоны, которые запускали бы рост бурого жира. Сначала их исследования не увенчались успехом, и удача пришла, только когда специалисты полностью изучили весь механизм стимуляции и перехитрили его.

Гормон норадреналин, заставляющий стволовые клетки бурого жира плодиться, дает осложнения на сердечно-сосудистую систему. Исследователи попытались найти ему замену, но оказалось, что в нормальных условиях это невозможно. Однако когда мышей подвергли резкому охлаждению (известно, что бурый жир образуется под действием холода), на поверхности клеток-предшественников появились молекулы-рецепторы, чувствительные к другому, менее вредному гормону. Это рецепторы такого же типа, что и у взрослых жировых клеток. Ученые сделали вывод, что можно изменить биохимию клеток-предшественников бурого жира и заставить их реагировать на ме-

нее вредный гормон, не имеющий побочного действия. Работа гормональной регуляции напоминает радиосвязь. Каждая клетка — это своего рода радиоприемник, настроенный на определенные частоты, в зависимости от того, какие «принимающие» молекулы встроены в ее мембрану и на каких «волнах» — гормонах вещает организм.

Бурый жир производит тепло из белого благодаря особому белку-разобщителю, содержащемуся в митохондриях его клеток. Исчезая у многих животных еще в детстве, он может снова появиться в организме при хроническом переохлаждении. Но переохлаждение можно заменить искусственной гормональной регуляцией. Спорный вопрос: стоит ли принимать гормоны вместо того, чтобы напрыгаться в спортзале? Однако ученые предполагают, что, гормонально стимулируя бурую жировую ткань, удастся бороться как с ожирением у людей, так и с диабетом II типа, при котором в крови появляется избыток жирных кислот.

физиология

Зеленый чай для нервных клеток



В поисках растительных препаратов для профилактики и лечения заболеваний нервной системы российские исследователи обратились к зеленому чаю. Специалисты Кубанского государственного университета, Кубанской научно-производственной лаборатории физиологически активных веществ и Института мозга РАН обнаружили, что спиртовой экстракт зеленого чая стимулирует регенерацию нейронов спинного мозга (ivic@4unet.ru).

Экстракт зеленого чая использовали в сухом виде, а спирт перед употреблением отгоняли. Спинномозговые ганглии (скопления нервных клеток), взятые от 1–2-дневных крысят, культивировали в питательной среде. В эту среду и добавляли сухой экстракт в разных концентрациях. О состоянии нейронов и их способности к регенерации исследователи судили по количеству и длине отростков нервных клеток. От длины и числа отростков зависит «качество связи» между нейронами и, в конечном итоге, способ-

ность участка нервной системы выполнять свои функции. Умение восстанавливать связи — показатель устойчивости клеток к нейродегенеративным заболеваниям, таким, например, как ишемия или болезнь Паркинсона.

Наиболее выраженное стимулирующее действие экстракт зеленого чая оказывал в концентрации 0,004–0,006%. На вторые сутки культивирования число клеточных отростков по сравнению с контролем увеличивается, а затем они начинают удлиняться. На четвертый день эксперимента различия между контролем и опытом максимальны для обоих показателей. На пятые сутки эффект экстракта зеленого чая исчезал.

Меньшие концентрации препарата тоже изменяют ростовые характеристики нейронов спинного мозга, но незначительно. Перебарщивать с зеленым чаем не стоит. Двукратное увеличение концентрации экстракта не дает вообще никакого эффекта, а когда концентрацию увеличили в 10 раз по сравнению с оптимальной, 85% клеток погибло. У сохранившихся нейронов почти не было отростков.

Ранее кубанские медики показали, что такой же эффект на регенерацию нервных клеток оказывают экстракты шлемника байкальского. Но чай — более распространенное растение. По-видимому, целебные свойства зеленого чая обусловлены высоким содержанием антиоксидантов: флавоноидов, полифенолов, а также теанина и витаминов.

Результаты исследования краснодарских ученых, впервые показавших стимулирующее влияние экстракта зеленого чая на регенерацию нервных клеток, дополняют данные, полученные исследователями из других стран. Известно, что введение теанина в желудочки мозга монгольской песчанки предупреждает гибель нейронов головного мозга при ишемии. Защищает нервные клетки и внутрибрюшинная инъекция полифенолов. У мышей разные компоненты зеленого чая предотвращают развитие экспериментально вызванной болезни Паркинсона.

Зеленый чай относят к группе пищевых продуктов, предупреждающих избыточный синтез оксида азота, который может быть причиной нейродегенеративных заболеваний. Несомненный интерес представляют и недавние зарубежные исследования, показавшие антиканцерогенный эффект чайных полифенолов. Однако клинических данных, подтверждающих этот эффект, в настоящее время недостаточно, поэтому исследования необходимо продолжать. Естественно, что ученые, работающие в столице российско-го чая, не могут остаться в стороне.

Натрий и его шипение

Во многих учебниках описано взаимодействие кусочка натрия с водой. Насколько опасен подобный эксперимент? Сколько натрия следует брать? Можно ли применить в этой ситуации другие щелочные металлы?

До экспериментальной проверки каких-либо утверждений, выходящих за рамки изменения цвета индикаторов, выделения газа и образования белого творожистого осадка, на школьных уроках химии дело доходит редко, и тут мы не были исключением. Словом, по окончании школы мы имели о реальной химии весьма расплывчатые, иногда — совершенно фантастические представления.

В качестве комментария — реакция металлического натрия с водой, протекающая, согласно учебнику, «с шипением». Именно так нас учила Клавдия Андреевна (это о реакции), и запоминали мы это крепко: где-то в подсознании хранилось — ничего особенного, одно шипение. О том, что это не так, большинство выпускников российских школ не подозревает: если в учебнике — «с шипением», значит, с шипением.

Поскольку металлический натрий дешев и химиками используется довольно широко, на химфаке годовой его расход исчислялся десятками килограммов. В продажу он поступал под слоем керосина, в запаянных литровых металлических банках, в коих обычно и хранился после вскрытия банки. Когда для реакции требуется натрий, химик выуживает пинцетом кусок из банки, обрезает его со всех сторон ножом от корки, как сыр, и этот чистый свежесрезанный блестящий натрий вводит в реакцию. Корки-обрезки по нормам техники безопасности положено заливать спиртом (в котором они растворяются с кипением спирта и выделением водорода), поскольку деть их решительно некуда. В мусор не бросить — могут загореться, и в воде не растворить, так как «шипение» бывает только в школьных учебниках. Естественно, каждая лаборатория факультета вместе с натрием получала спирт для уничтожения его остатков. А поскольку спирт был са-

мый что ни на есть питьевой, расходовать его по назначению никому не приходило в голову, и обрезки на капливались. Чтобы как-то от них избавляться, на факультете дважды в год снаряжали специальную машину. Накануне, обычно перед майскими и ноябрьскими праздниками, вывешивалось объявление, призывающее принести все остатки натрия (а также и калия, который используется гораздо реже) в некую комнату с кафельным полом и в отдельно стоящем корпусе. На следующий день два-три студента-добровольца загружали многие десятки собранных банок (стеклянных) с обрезками в кузов грузовика, украшенного красными флагами, как положено опасному грузу. Банки везли на ближайшую свалку, где и топили в подходящей луже. Прознав об этом, я, естественно, при первой возможности оказался в числе добровольцев. Мы доехали до большого пустыря, недалеко от места, где позже построили Олимпийскую деревню и где было множество больших и маленьких то ли прудов, то ли котлованов, окруженных кучами строительного мусора. Хотя к самой воде машина подъехать не могла по причине непролазной грязи, таскать нам пришлось недолго. Когда все банки были собраны на берегу, шофер провел дополнительный инструктаж: крышки снимать, бросать по одной, подальше и желательно так, чтоб «по дороге» из банок ничего не вылетало. «Поняли? Смотрите!» Он нагнулся, взял ближайшую банку, до половины наполненную грязным коричневым то ли керосином, то ли машинным маслом, отвинтил крышку, размахнулся и метнул банку метров на двадцать пять, практически в середину «пруда». Это был особый, неизвестный нам ранее способ метания: замах сбоку, а при выпуске банки ей сообщается вращательное движение вокруг оси, ори-

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ



ентированной вертикально. После этого банка, как гирискоскоп, перемищается параллельно себе самой, так что до касания воды из нее действительно ничего не вываливается и даже практически не выливается.

Шлеп — банка коснулась воды, перевернулась и пошла на дно. Никакого шипения мы не услышали — на поверхности осталось лишь масляное пятно, едва заметное с такого расстояния. Шофер, провожавший банку взглядом, лишь мельком взглянул на нас и всматривался теперь в это пятно. Я не испытывал каких-либо эмоций, решив, что натрия в банке практически не было, и собирался уже продемонстрировать степень усвоения урока метания.

Ба-бах!

На месте, где только что была гладкая поверхность, из воды с яркой желтой вспышкой выскочило нечто, тут же снова упавшее в воду.

Бах!

— Натрий! — удовлетворенно заявил шофер и нагнулся за следующей банкой.

Вторая банка утонуть не успела — едва коснувшись воды, она буквально превратилась в фиолетовый огненный шар, и взрыв был — не чета первому.

— Калий... — невозмутимо сообщил шофер, но мы поняли это и без пояснений — фиолетовое пламя увидишь нечасто.

Следующие полчаса, может, и часы мы занимались метанием и любовались невиданным фейерверком: временами на пруду горела вода (на самом деле, конечно, выливавшийся из банок керосин или что там было вместе с керосином или вместо него), и из этого моря



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

огня со взрывами и желтыми или — изредка — фиолетовыми вспышками, выпрыгивали и снова падали в воду обрезки металлов, не успевшие прореагировать при первом контакте с водой.

Не надо объяснять, что желание показать столь замечательный фейерверк друзьям возникло немедленно. Когда через полгода перед майскими праздниками подошла пора очередного освобождения факультета от натрия, план был детально продуман и неплохо подготовлен. Ключевым объектом этой подготовки стала трехлитровая банка то ли от огурцов, то ли от виноградного сока. Насобирать обрезков в той самой комнате с кафельным полом не составляло труда, и десяток самых полных банок с обрезками временно перекочевали в лабораторию, где я работал. Процедура плавления натрия (т. пл. 99°C) под слоем керосина хорошо известна химикам и часто используется в различных синтезах, обычно — для получения натриевой дроби. Передо мной же стояла обратная задача. С соблюдением всех мер предосторожности в установленную на электроплитке колбу с горячим ксилолом (смесь высококипящих углеводородов, получаемая при перегонке нефти) с помощью пинцета были последовательно перенесены все более-менее крупные куски первой банки, второй и т. д. Натрий плавился и собирался на дне колбы в виде блестящей линзы, похожей на ртуть. Оксиды и другие примеси, содержащиеся в обрезках, распределялись над линзой в слое ксилолола. Когда объем линзы достиг полутора литров, содержимое колбы было перелито в ту самую банку из-под огурцов (естественно, абсолютно сухую, предварительно нагретую и для страховки установленную в тазу). Жидкий натрий собрался внизу и вскоре начал застывать, после чего ксилолол был возвращен в колбу и процесс плавления обрезков возобновился. Вто-

рая порция натрия заполнила банку практически доверху. Когда слиток окончательно затвердел, поверхность его была промыта чистым ксилолом и залита расплавленным парафином — вскоре и он застыл. Ставший ненужным ксилолол разлили по банкам, в которых прежде были обрезки, а банки вернули на место.

«Изделие» выглядело двусмысленно: если смотреть сверху, можно было подумать, что это большая банка жирной тушенки (в то время необходимые для походов мясные консервы были большой редкостью, подчас туристы готовили тушенку самостоятельно), — был виден только белесый парафин, похожий на застывший жир; вес банки (плотность натрия — $1,01$) также вполне соответствовал весу банки мясных консервов. Вид сбоку, однако, никак не согласовывался с обычными представлениями о консервах: казалось, что банка сделана из плохого зеркала, в котором при желании можно было рассмотреть собственный лик — сильно искаженный и замутненный. «Изделие» я закрыл обычной полиэтиленовой крышкой, упаковал в двойной пластиковый пакет и отнес домой.

Майские праздники мы часто проводили в байдарочных походах, и этот не был исключением. Выбрали подмосковную речку Лопасню, подъезд к которой электричкой с Курского вокзала особенно прост: от платформы назад вдоль железной дороги чуть более километра. Здесь — рядом с мостом — удобное место для сбора байдарок. Той же электричкой приехало еще несколько групп, часть расположилась выше моста, мы — метрах в тридцати ниже. Все спешили поскорее собрать байдарки и отплыть в поисках лучших мест для ночлега. Современного шоссе Москва–Белгород в то время еще не было, ниже по течению был хороший лесной массив. День выдался теплый и солнечный, и, хотя на берегу мы оказались ближе к вечеру, где-то звенел жаворонок, летали бабочки, пахло весной...

В тот год зима была снежная, а весна поздняя, так что паводок только прошел и Лопасня — летом курам по колено — выглядела вполне солидно. Сразу за мостом, где мы и расположились, образовалось небольшое проточное озеро, о глубине которого можно было судить по круто уходящему в воду склону и

затопленным кустам на противоположном берегу. После сборки байдарок я достал из рюкзака «изделие», снял крышку, проковырял ножом дырочку в парафине... «Наши», естественно, знали — в самых общих чертах — о предстоящем испытании, участники остальных групп (всего — человек двадцать в поле зрения плюс группы за мостом, которых мы не видели из-за насыпи) были в полном неведении. Банка выглядела вполне мирно (да и кто станет смотреть на какую-то банку, когда надо поскорее отплыть?). О том, что именно в банке, «наши» знали, но о том, что произойдет, не могли и подумать: в сознании и подсознании натрий реагировал с водой с шипением, а я всем видом показывал, что нечто подобное и будет — так, небольшой салют в честь начала спортивного сезона и предстоящего праздника Международной солидарности трудящихся. Все было быстро и буднично — стоя у самой воды, я легонечко бросил банку в воду в нескольких метрах от себя. Яркая и блестящая, банка пошла на дно, и мы видели ее, даже когда она была довольно глубоко под водой. Впрочем, паводковая вода — мутная, место оказалось не мелким, так что банка все-таки исчезла из виду: пропала, как не было.

— А говорил, рванет... — разочарованно произнес стоявший рядом Григорий: школьные знания из области химии убедительно подтвердились экспериментом.

Я продолжал глядеть в место, где, по моим соображениям, находилась банка. Непокколебимая вера в торжество науки была вознаграждена более чем достойно.

Представьте себе квадратичную параболу. Теперь представьте себе параболоид — тело, полученное вращением этой параболы вокруг вертикальной оси, высотой более метра и диаметром в верхней части — почти метр. А теперь представьте себе, что неведомая сила вырезала из обычного озера, заполненного обычной водой, такой параболоид и удалила его с глаз долой неведомо куда. Невозможно представить — полный сюрреализм, но именно это я и увидел — ни много ни мало. То есть течет в реке вода, впадает в озеро, а в нем глубокая яма — не на дне, а прямо в самой воде, и на дне той ямы что-то серебристое поблескивает...

Через мгновение... да разве могут быть в языке слова для реально-

го описания всего, что случилось через мгновение? Ибо слова «раздался взрыв» имеют к реальному явлению весьма условное отношение. Яма исчезла, а «изделие» — естественно, без стекла, оказалось где-то в небесах — с земли мы видели его как быстро улетающий маленький серебристый шарик.

«Наши» стояли не шелохнувшись, раскрыв рты, прочие... вот тут были разные варианты. То есть сразу после взрыва, пока «изделие» удалялось, никто не сдвинулся с места, но как бы ни велика была начальная скорость, она все-таки была меньше первой космической и в какой-то момент поменяла знак: шарик возвращался...

Кто-то бежал от реки, кто-то карабкался на насыпь, кто-то залег между стоящими на берегу байдарками и закрыл голову руками, какая-то девица истошно вопила...

Мячик упал практически в точку, откуда вылетел, на мгновение исчез под водой...

Ба-бах!!! Яркая желтая вспышка, и мячик снова летит в небеса...

Один из убежавших падает — то ли споткнулся, то ли от испуга, то ли решил, что лежать безопасней. Снова встает. Штаны у него мокрые — почему-то сзади. Взбравшиеся на насыпь встречаются лицом к лицу с теми, кто были за насыпью и поднялись разузнать, что за шум, мимика — не передать. Мы не успеваем следить за всем сразу и о возвращении мячика догадываемся по свистящему звуку, очень похожему на звук падающей мины в кинофильмах.

Ба-бах!!! Девица перестает вопить и тихо скулит, народ на насыпи делится на три группы — часть остается наверху, часть скрывается за насыпью, несколько человек спускаются к нам. Хуже всего лежащему между байдарок: он ничего не видит, но слышит свист мин и взрывы...

Ба-бах!!! Мячик в очередной раз улетаает, мы с веселыми лицами провожаем его глазами, группа на насыпи уже вся лицами к нам, девица не вопит, владелец мокрых штанов и другие убежавшие начинают возвращаться, только бедалага между байдарками лежит в прежней позе.

Очередного «ба-бах» не последовало — то ли подул ветерок, то ли сказалось нарушение симметрии, но мячик шлепнулся на берег между мной и Григорием, оставив в песке довольно глубокий отпечаток. Белый, как чистая алюминиевая кастрюля, чуть вытянутый, с пояском посере-

дине — граница первой и второй заливки при изготовлении. Лежит совершенно спокойно — невозможно представить, что только что вытворял. Я потрогал его пальцем (!) — он был совершенно холодным. Окружающие смотрели на нас без злости, скорее с уважением и уж точно с любопытством. Лежащий между байдарок поднял голову, увидел меня с мячиком и заулыбался — не знаю, понял ли он, что это тот самый мячик. Подойти поближе, однако, никто не пожелал...

— А, прореагировал, — глубокомысленно заметил Григорий и вдруг, как классный футболист, выбил мяч на середину реки в направлении моста...

Выпускники физматшколы, даже если впоследствии им не пришлось непосредственно заниматься физикой, понимают, что движение, например, мячика можно разложить на вертикальную, горизонтальную и вращательные составляющие. Процессы, отвечающие за первую, остались теми же и обеспечивали колебательное движение вверх-вниз, горизонтальному же перемещению ничто особенно не препятствовало. Результат получился великолепным — шарик, вроде бы алюминиевый, размером с небольшой арбузик, весело, как в пинг-понге, попрыгал под мост, практически не теряя ни скорости горизонтального перемещения, ни максимальной высоты подъема...

Некоторые группы начинали маршрут не от моста, а на двенадцать километров выше — от города Чехова. Надо же было случиться, что как раз в тот момент, когда Григорий поддал мячик, под мостом появилась байдарка — крупный, красивый, несколько пижонистого вида парень, явно любящий собой, греб, две девушки — возможно, впервые оказавшиеся в байдарке, грелись на солнышке с полузакрытыми глазами — весла лежали вдоль бортов...

Ба-бах!! — пинг-понговый шарик после подачи Григория коснулся поверхности на поле соперника.

Позже я неоднократно задавался вопросом — как поступил бы сам, если бы, сидя в байдарке, неожиданно-негаданно встретился нос к носу с таким шариком — скачущим по воде прямо на меня, взрывающимся и извергающим желтое пламя при контактах с водой, явно не подчиняющимся элементарным законам физики, — эдаким огнедышащим драконом, одним словом — себе на уме. Добавьте к начальным услови-

ям двух девчонок, возможно не умеющих плавать, и вы поймете, что капитан оказался в очень сложном положении. Вышел он из него с блеском — слаженности действий экипажа могли бы позавидовать Ушаков, Нахимов, Нельсон и другие выдающиеся флотоводцы. Зрители с очень близкого расстояния могли наблюдать, как буквально по кадрам менялось выражение лиц: полное спокойствие (мячик у ног Григория вряд ли привлек внимание экипажа при прохождении моста, потенциально опасного места) — любопытство, быть может, легкая тревога (вошли под мост и увидели непонятный мячик в полете) — безмерный ужас (мячик коснулся воды) — выделение адреналина, мобилизация и начало активных действий (мячик снова в воздухе и совсем рядом)... В мгновение ока байдарка развернулась и на трех веслах устремилась обратно под мост, вверх по течению.

Зрители были в восторге, девица, пару минут назад истошно вопившая, столь же неприлично хохотала. Позже, когда все закончилось, мы пытались подняться под мост против течения — ни одному экипажу этого не удалось.

Между тем мячик проскакал как раз до стремнины под мостом и, потеряв постепенно горизонтальную скорость, снова вернулся в озеро. По мере растворения натрия размер мячика мало-помалу уменьшался и прыжки становились все ниже. Тут случилось еще одна неожиданность: после очередного контакта с водой мячик развалился на два, условно говоря, «полушария» неравной массы — видимо, контакт между двумя последовательными заливками при изготовлении был не особенно прочным. Далее каждое жило самостоятельной жизнью. Более тяжелое прыгало выше, и взрывы были мощнее, меньшее обладало и меньшей амплитудой. Поскольку шарообразная форма была безвозвратно утеряна, и высота, и направления прыжков менялись раз от раза в довольно широких пределах. Слышалось это так: бах! — пух — пух — бах! — пух — бах! — пух — пух — бах! — пух... Наконец, кусочки стали такими маленькими, что не могли по-настоящему подпрыгнуть и горели желтым пламенем, бегая по воде, как водомерки. Собственно, пока они (то есть водород) горели, гремучий газ не накапливался и взрываться было нечему, если же

пламя гасло, через некоторое время следовал новый взрыв.

В конце концов все окончательно прореагировало и растворилось, мы спустили байдарки, попробовали подняться под мост против течения (пустые хлопоты) и вышли, наконец, на маршрут.

Не буду утомлять читателя излишними подробностями аналогичных экспериментов — они проводились неоднократно, с разными загрузками и в разных условиях, соответственно звуковые (как и световые) эффекты также сильно отличались от раза к разу. За парой исключений, ничего хоть отдаленно подобного «шипению» не было и в помине. Впрочем, и исключения только подтверждает основной вывод. В первом случае шипели отнюдь не куски растворяющегося в воде металла, а мирные любители подледного лова — с досады от невозможности меня догнать и намылить шею (я-то, спустив «изделие» в прорубь, удирал на лыжах, преследователи располагали лишь валенками с калошами). Всем считающим, что созерцание чудесного превращения рыбацких лунок в фонтанирующие гейзеры и уникальная возможность омыть в таком гейзере лицо на ласковом весеннем солнце не окупают некоторого сокращения улова, приношу запоздалые, но абсолютно искренние извинения. Впрочем, эффект был слабенький — воздуха подо льдом практически не было, так что водород толком и не взрывался.

Напоследок заметим: если бы каким-либо образом серьезные количества натрия попали нам в руки в школе, последствия могли быть самые печальные. Ни ума, ни реальных знаний химии у нас не было, а элементарного чувства осторожности в то время мы были лишены начисто. Много позже я узнал, что в год нашего выпуска в соседней школе «любитель химии» спустил в туалет четвертого этажа кусок натрия, завернутый в алюминиевую фольгу. «Изделие» благополучно преодолело сифон унитаза, успело доплыть до стояка и, видимо, долететь донизу... собственно, никто точно не знает, куда оно успело долететь, потому что менять пришлось не только все унитазы в мальчиковых туалетах, но и часть чугунных труб. По моим сведениям, ни организатор взрыва, ни его причина так и не были установлены при расследовании, а ученикам на уроках химии продолжали морочить головы насчет шипения натрия в воде точно так же, как и нам.

Закончить можно описанием случая, когда шипение реагирующего с водой натрия все же удалось услышать. И случилось это уникальное явление не где-нибудь в заморской лаборатории или на спецполигоне, а в стенах родной школы, в полном соответствии с буквой учебника и словами незабвенной учительницы.

Когда П.Хмелинский задумал возродить в Москве легендарную Вторую школу, я оказался среди учителей химии. Буквально в первый день появления в школе меня ждало суровое испытание: в подвале школы обнаружился стратегический склад очень старых реактивов, в том числе с этикетками «Сталинский Совнархоз». Обнаружился он не случайно — где-то прорвало трубу, подвал стал заполняться водой, начали искать течь... Среди многочисленных бутылок бензола, толуола, солей и прочего, нашелся ящик, в котором плавали небольшие, чуть больше стакана, стеклянные банки с пластмассовыми крышками. Света в подвале не было (видимо, выключили, чтоб не замкнуло случайно), пользовались фонариком, прочесть этикетки я не мог, да они в основном и отклеились. Впрочем, и без этикетки плавающая банка с реактивом наводит на размышления: плотность «школьных» солей много больше единицы, а сравнительно легкие жидкости (бензин, керосин, спирты и пр.) фасуют в бутылки. Я взял одну из банок и покачал — там явно была жидкость, но не только жидкость... Понимая уже, что находится в банках, я все еще не хотел верить, что такое возможно: десяток литров легковоспламеняющейся органики много лет мирно уживались здесь с несколькими килограммами натрия и калия, расфасованными для удобства учителей не в стандартные железные банки с запаянной крышкой, а в обычные стеклянные.

За всю мою многолетнюю химическую карьеру ничего более опасного, во всяком случае, в единицах «мера риска \times длительность процедуры», не случалось. Отыскав сухое ведро, я, стоя по голень в воде перед шкафом с реактивами, на размокших, готовых в любой момент рухнуть фанерных полках которого ждали своего часа те самые бензолы-толуолы, по одной вылавливал банки из ящика и, вытерев, переносил их в ведро, первоначально стремившееся плавать, так что его приходилось зажимать между ног. Взять, кажется, предпоследнюю банку, я



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

услышал... шипение, и через мгновение крышка банки развалилась у меня в руках, тут же треснула и сама банка — к счастью, она уже была над ведром. Случись это на секунду раньше, и эти строки, быть может, остались ненаписанными... Позже, рассматривая края осколков и содержимое банки, я установил, что крышка треснула давным-давно, но керосин почти не испарился, а натрий (к счастью, не калий) лежал куском на дне, частично закрытый керосином и, естественно, покрытый толстой коркой оксидов. Видимо, банка, оказавшись в воде, продолжала плавать крышкой вверх, и вода через трещину в крышке начала поступать, лишь когда я выловил часть банок и эта смогла лечь на бок. Первые капли воды, прореагировав с оксидной пленкой, не достигли поверхности металла, но высокая теплота реакции привела к выдавливанию части воздуха из банки через ту же трещину. Когда реакция прекратилась и содержимое банки начало охлаждаться, банка уже лежала на боку и создавшимся разрежением в нее начала засасываться вода. Видимо, к моменту, когда я ее выловил, она была уже целиком заполнена водородом (чистый водород не взрывается) — он с шипением выходил через трещину в крышке, но, хотя банка грелась, взорваться не мог, поскольку вокруг реагирующего раскаленного натрия, где грелось, не было кислорода. Вернув банку в вертикальное положение, я охладил перетекшим керосином ее дно, отчего и треснула банка. Попавший в нее воздух образовал гремучий газ, однако взорваться он уже не мог — теперь не было горячей поверхности. К счастью, произошло все это уже над ведром, так что и воды для теперь уже неминуемого взрыва тоже не оказалось.

Доктор химических наук
Андрей Недоспасов

«Женя, дыши!»



Одна моя знакомая пережила состояние клинической смерти. Единственное, что она успела увидеть, — толпу родственников, которые стояли на другом берегу речки и махали ей руками с криками: «Женя!» Когда же она очнулась в реанимационном боксе и открыла глаза, то увидела, что перед ней стоит мама и громко повторяет: «Женя, дыши!»

Предсмертное видение почти совпало с реальностью и скорее напоминало эпизод сна. Однако иногда человек в подобном состоянии видит нечто более причудливое. Причем сюжетная линия посмертных видений в общих чертах повторяется у разных людей.

Впервые на это обратил внимание американский психиатр Раймонд Моуди, выпустивший в 1975 году книгу

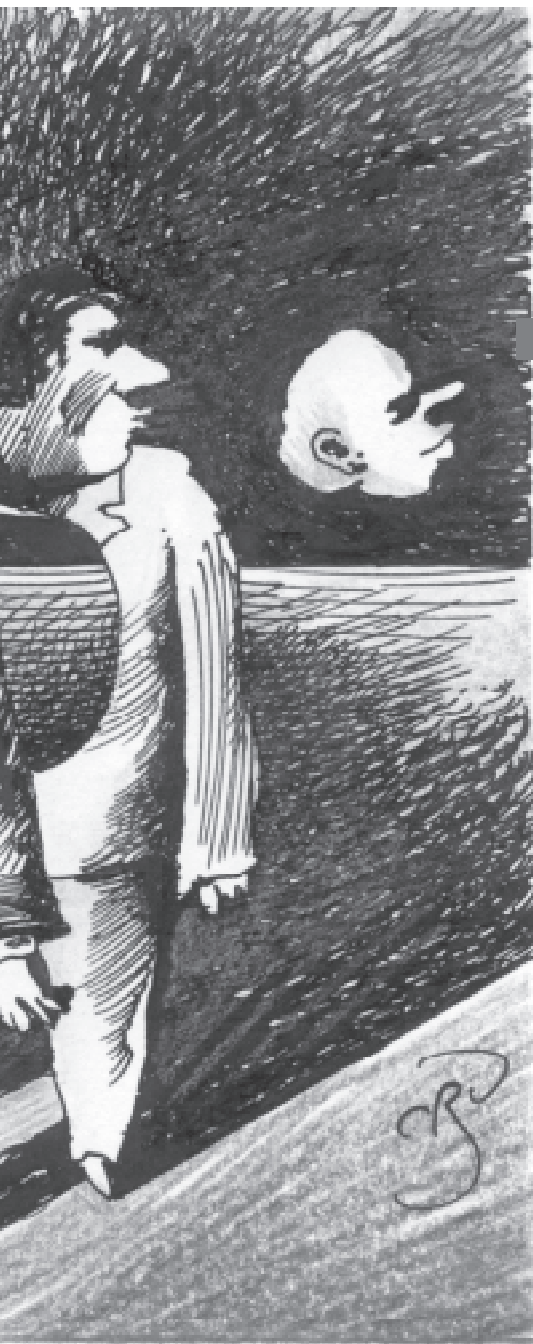
«Жизнь после жизни». Книга вызвала большой резонанс, и уже более четверти века вокруг нее продолжают споры: что же представляют собой видения в состоянии клинической смерти — «путешествие души» или своеобразные галлюцинации, как-то связанные с особенностями строения мозга человека? (Сам Моуди склоняется к первому варианту.)

В спорах принимают участие главным образом психологи и служители культа. Единственным патофизиологом, обратившим внимание на «жизнь после жизни», был академик В.А.Неговский. Его резюме было кратким, как выстрел танкового орудия: «Это галлюцинации умирающего мозга». Однако доводы, достаточные в воинственно-атеистическом государстве, каким был в ту пору СССР, малоубедитель-

ны в стране, лояльной к четырем религиозным конфессиям. Поэтому попробуем привести более развернутую патофизиологическую аргументацию.

Прежде всего необходимо выделить два различных по продолжительности варианта посмертных видений. Первый — это видения непосредственно в ходе клинической смерти на фоне реанимационных мероприятий. Как правило, временной отрезок в данной ситуации редко превышает один час. И второй вариант — когда окружающие на основании внешних признаков констатируют смерть больного, а через несколько дней, часто уже по дороге на кладбище, он неожиданно оживает.

Начнем с последнего случая. В медицине существует понятие торпидной фазы шока. Классическое описание она получила еще у Н.И.Пирогова: «С



Художник С. Дергачев

Кандидат биологических наук
В.В.Александрин



РАССЛЕДОВАНИЕ

пострадавшего, следуя какому-то неизвестному на сегодня алгоритму, самостоятельно выкарабкивается, восстанавливает функции, приводя в ужас окружающих, которые оказываются свидетелями воскресения из мертвых.

Как правило, пострадавшим в этой фазе шока представляется, что они зависают над обмершим телом в воздухе и незримо участвуют в собственных похоронах.

Здесь и далее цитируется книга Р.Моуди, а также современная духовная литература, посвященная той же тематике.

Молодая женщина в результате криминального аборта получила инфекцию и через несколько дней скончалась. В момент смерти она почувствовала, что душа ее отделилась от тела и остановилась поблизости, наблюдая, как тело обмывают, одевают и укладывают в гроб. Утром она последовала за процессией в церковь, где произошло отпевание, и видела, как гроб поставили на катафалк и повезли на кладбище. Душа ее как будто летела над телом на небольшой высоте. Вдруг душе явились два священника, которые стали разбирать ее прошлые грехи, и автомобиль, который вез гроб, заглох. В конце концов священники решили отослать ее душу обратно, чтобы она могла исповедоваться и покаяться, после чего она почувствовала, что ее тащат обратно в тело, которое теперь казалось ей отвратительным. Спустя мгновение она очнулась и начала стучать в крышку гроба.

Подобные случаи достаточно хорошо описаны в литературе. Большинство «воскресений» имело место сотню лет назад или ранее, когда не было ни реаниматологов, ни кардиографов и о том, жив пациент или мертв, судили по внешним признакам. По современным представлениям, эти люди не были мертвы, а то, что они видели, было особого рода галлюцинациями, причем не чистыми, а с примесью реального отражения происходящих вокруг событий.

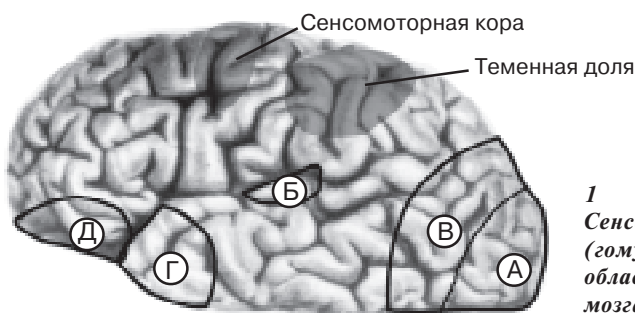
По какому механизму могут развиваться подобные видения? Человек в состоянии глубокого шока не испытывает боли, поскольку организм в большом количестве выделяет собственные анальгетики — энкефалины, и по-

страдавший находится в состоянии аутонаркоза. Вследствие этого у него полностью отключается сенсомоторная часть коры (гомункулюс, см. о нем в статье «Маршруты на карте мозга», «Химия и жизнь», 2004, № 9), которая во время бодрствования работает в паре с соседней теменной областью. Благодаря сенсомоторной коре человек автоматически «вписывает» собственное тело в окружающее пространство. Оставшись без гомункулюса, теменная область продолжает функционировать, порождая вестибулярные галлюцинации «полета души».

Но коль скоро это так, то подобные галлюцинации должны испытывать и обычные больные, которых наркотизируют искусственно перед операционными вмешательствами. И в самом деле, наркотические вещества с подобным действием существуют и называются диссоциативными. К ним, в частности, относится тот самый кетамин, вокруг которого в последнее время было столько шума в прессе. Вот как описывает свои ощущения Ольга А-на.

«Когда мне ввели кетаминный наркоз и сказали: «Закрывай глаза и спи», — я вначале действительно как будто забылась, но в какой-то момент ощутила себя наверху. Я видела, как врачи в операционной склонились над телом, и я знала, что это тело мое. Однако никакого интереса оно у меня не вызывало, поскольку я целиком была поглощена своим нынешним состоянием. Я не видела, но ощущала себя легким шариком. Чувство огромной радости и легкости переполняло меня. От меня ушли все земные заботы. Это был не сон, поскольку во сне повседневные мелочи часто не отпускают тебя и портят настроение. Я просто висела под потолком и ликовала. И тут я услышала мужской сильный голос: «Ну, теперь ты веришь, что тот свет существует?» И я не задумываясь ответила: «Верю». Потом появились розовые ширмы, и я увидела прямо перед собой потолок в больших трещинах и огромную муху во всех деталях. Затем потолок и муха стали отдаляться, и я очнулась лежащей в палате. Пригледевшись к потолку, я убедилась, что муха там действительно сидела, однако она была реальных размеров и издалека казалась точкой».

оторванной рукой или ногой лежит такой окоченелый на перевязочном пункте неподвижно. Он не кричит, не жалуется... тело его холодно, лицо бледно, как у трупа, взгляд неподвижен, дыхание тоже едва заметно». Эта фаза при дальнейшем снижении давления переходит в следующую — церебральную, когда больной теряет сознание. Теперь отличить его от умершего по внешним признакам просто нельзя. Но он жив, поскольку организм его впадает в состояние анабиоза, сродни зимней спячке у животных. Резко выводить его из этого состояния опасно: искусственное разогревание тела до нормальной температуры будет восприниматься органами как перегрев, а повышение давления путем нагнетания крови приведет к перегрузке сердца. Однако организм



1
Сенсомоторная кора (гомункулюс), теменная область, зоны А,Б,В,Г,Д мозга человека

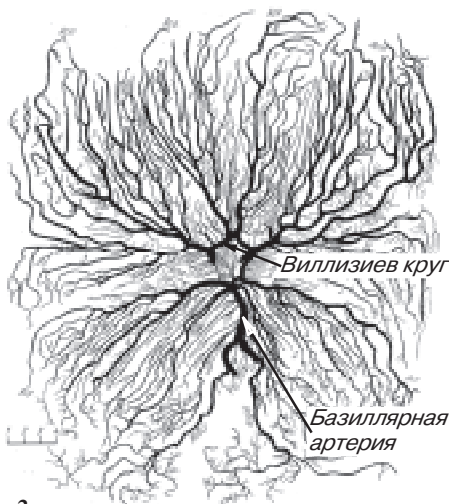
Таким образом, можно с большой долей вероятности утверждать, что, когда оживление происходило через несколько часов и более после кончины, смерть окружающие констатировали ошибочно. На глазок. И все посмертные видения в этом случае были результатом действия наркоза, произведенного организмом самого потерпевшего.

Другой механизм «путешествия души» действует в случае реальной клинической смерти — он может быть связан с последовательностью обескровливания различных зон коры мозга.

Прежде всего рассмотрим некоторые элементы конструкции самого мозга и их кровоснабжение. Условно мозг можно разделить на базовые и надстроечные структуры. Базовые структуры (они, в частности, ответственны за дыхание) образуют его фундамент и снабжаются кровью через особую базилярную артерию, в которую кровь накачивается почти из дуги аорты. Поэтому они надежно застрахованы от перепадов давления крови: дыхание может сохраняться даже при потере 40% крови, когда электрическая активность в коре мозга полностью отсутствует. Далее условно можно выделить первый этаж, на котором расположены зрительная и слуховая системы коры мозга, и чуть выше — второй этаж, где находятся двигательная и осязательная системы (уже упоминавшийся гомункулюс). К ним кровь также поступает из собственных артерий — внутренних сонных, однако по пути следования артерии закольцовываются между собой с образованием дополнительного сосудистого резервуара, Виллизиева круга. Из этого сосудистого кольца идет кровоснабжение еще и третьего этажа мозга — лобных отделов коры, которые управляют поведением. Вследствие такого многоступенчатого кровоснабжения потеря напора крови (из-за ослабления сердечной деятельности) приведет в первую очередь к обескровливанию третьего этажа. Это повлечет за собой утрату контроля над телом, затем глухоту и слепоту, и только в последнюю очередь наступит остановка дыхания. (Подобные ощущения испытывал каждый, кто склонен к гипотоническим состояниям: при резком

падении давления подкашиваются ноги, лица окружающих застит пелена тумана, но обморок порой удается предотвратить, если последовать совету дышать глубже.) Наверное, природа была права, когда разместила управленческие структуры на самом верху, а не в подвале, ибо всегда безопаснее слышать и видеть, но лежать, чем не видеть и не слышать, но ходить.

А теперь, разобравшись немного в сантехнических особенностях церебральной сосудистой системы, проследим, как эти принципы сказываются во время клинической смерти.



2
Артериальная система головного мозга человека (зарисовка препарата выполнена советским морфологом Б.К.Гиндце)

3
Геометрические орнаменты, нанесенные на керамику доколумбовой индейской культуры мимбрес. Некоторые образцы этой керамики были найдены в погребениях (см. рисунок слева). Может быть, звезды в черных кругах изображают «свет в конце туннеля»?



Пострадавший лежит бездыханный, пульс не прощупывается, зрачки медленно расширяются. «Умер!» — ужасаются окружающие. Однако врач начинает ритмично надавливать пациенту на грудину, массируя сердце, и делает искусственное дыхание. И пока продолжается реанимация, пациент жив. Жив насильно, поскольку только ладони врача заставляют замершее сердце выталкивать в аорту очередные миллилитры крови. Такая ручная прокачка заведомо ставит разные этажи мозга в неравные условия кровоснабжения. Самую большую порцию крови получает базовая структура мозга — продолговатый мозг, где расположен дыхательный центр. В общем-то усилия реаниматолога и направлены на то, чтобы вновь запустить работу центра и пациент самостоятельно задышал. А наиболее скудный паек получают два верхних этажа коры — двигательная-чувствительная и управляющие области. Поэтому все формы произвольного управления конечностями и болевая чувствительность гарантированно утеряны на все время реанимации. Более весомая порция кислорода достается первому этажу: зрительной и слуховой зонам. Поэтому в первые десятки мгновений кислорода здесь хватает даже на то, чтобы умерший запомнил действия окружающих и некоторые фрагменты их разговора (обычно фразу о его смерти).

Например, у больной перед операцией произошла остановка сердца. Хирурги стали предпринимать попытки вернуть ее к жизни, по ходу дела переговариваясь, сколько ввести адреналина и других кардиостимулирующих средств. Сердце удалось запустить, и позже больная поведала своим врачам, о чем они разговаривали во время ее клинической смерти.

Однако сколько бы ни трудился реаниматолог, пока пострадавший сам не задышит, концентрация кислорода у него в крови все время будет падать. На достижение некоего гипоксического порога нервная клетка отвечает последним кратковременным пароксизмальным взрывом активности: нейроны как бы отчаянно кричат «SOS!». По мере падения напора крови и углубляющейся гипоксии агональная активация будет идти вдоль круп-

ных сосудов в порядке, обратном току крови. Зная, какие области мозга располагаются вдоль сосудистого ствола, можно спрогнозировать очередность их предсмертной активации, как это представлено на схеме. Многие из этих областей хирурги пробовали раздражать слабым электрическим током во время операций по поводу удаления эпилептогенных очагов (пациенты при этом бодрствовали). Поэтому мы имеем возможность сравнить ощущения оперируемых и тех, кто ожил после клинической смерти.

В первую очередь активируется участок А — первичная зрительная кора. Задача этой части мозга заключается в быстром расчленении предмета, находящегося в фокусе внимания, на составляющие его цвета и отрезки разной ориентации: нейроны работают как художники-кубисты. Информация, поступившая в первичную зрительную область, должна разделиться на составные линии, вектора и оттенки. При раздражении ее током оперируемые видели светящиеся шары, диски с красными кольцами, пламя, свет в конце туннеля. Одновременно с зоной А активируется зона Б — первичная слуховая кора. При раздражении ее током оперируемые «слышали» шум барабана, звон, щебетание, грохот, гудение.

А что переживает умерший? Он чувствует, что движется с большой скоростью сквозь длинный черный туннель и в то же время слышит неприятный шум, громкий звон или жужжание. Но это общая схема, а вот конкретные случаи.

«Я двигался через длинное темное пространство, похожее на канализационную трубу, и все время слышал звенящий шум».

«В этот момент я слышал нечто похожее на колокольный звон где-то вдалеке, словно доносимый ветром, и меня потянуло в некую воронку».

«Послышался неясный шум, а затем с криком и гоготом стала приближаться толпа безобразных существ. Бесы! — сообразил я. Окружив со всех сторон, бесы с криком и гамом требовали, чтобы меня отдали им».

«Я чувствовал, что нахожусь где-то посреди темных туннелей, и изо всех сил старался перебраться через трубы в глубоких канавах, где было ужасно холодно».

В общем, на стандартную канву могут наслаиваться некие собственные видения, связанные с уже имеющимися у человека представлениями о загробной жизни. (Как здесь не вспомнить об известном психологическом тесте Роршаха, когда в причудливых кляксах каждый различает что-то свое, навеянное личным жизненным опытом.)

После первичных зрительного и слухового участков коры происходит активация вторичной зрительной коры (В). Ее нейроны — носители памятных следов конкретных образов. Электрическое раздражение вторичной зрительной коры вызывало ощущение видения знакомых лиц, фигур людей, животных.

Соответственно и умершие «видят» нечто подобное.

«И тут я увидела перед собой глубокий обрыв, под которым находилось множество мужчин и женщин».

«В то мгновение, когда я почти уже падал в какую-то темную яму, появилась старая женщина в мужском одеянии».

«Вдруг передо мной оказалась огненная гора, от которой во все стороны неслись огненные искры, и увидела множество людей».

Следующей зоной активации будет Г — височная кора. В эту область стекает вся информация от воспринимающих зон мозга: зрительной, слуховой, тактильной, обонятельной, и здесь отдельные образы синтезируются в законченные бытовые сценки. Ее раздражение во время операций пациенты ощущали как «вспышки пережитого», у них возникали яркие и чрезвычайно детализированные воспоминания об эпизодах прошлого. А вот что переживают умершие.

«Когда мы приблизились к вратам небесным, пришли на мытарство блуда, стражи задержали меня там и начали показывать все мои блудные плотские дела, совершенные мною с детства до смерти». (Рассказ воина.)

«Я услышал, как грехи мои, начиная с юности, вопиют против меня каждый своим голосом и со скорбью обвиняют меня». (Рассказ монаха.)

Давно известно, что перед смертью с поразительной ясностью и невероятной быстротой может пронестись в сознании умирающего вся его жизнь. Эти факты обобщили в XIX веке французский психолог Теодюль Рибо и немецкий физиолог Густав Фехнер. В повседневной жизни кладовая памяти в височной коре находится под надежным запором тормозных импульсов, которые поступают из управляющих (лобных) отделов коры. Однако в состоянии клинической смерти она отключена, и ничто не мешает клубку жизненных впечатлений размотаться за одну-две минуты.

«В этом состоянии одна мысль гнала другую с неопишуемой быстротой».

Впрочем, для погружения в свое прошлое человеку необязательно переживать клиническую смерть. Курильщики гашиша совершают подобные экскурсии в более комфортной обстановке. По их признанию, за один сеанс можно мысленно прожить 60 лет.



РАССЛЕДОВАНИЕ

Правда, не стоит забывать, что и физическое истощение у наркоманов протекает в десять раз быстрее, чем в норме.

Последней активируется зона Д — орбитальная кора и лежащее в глубине мозга подкорковое образование, стриатум.

В здоровом мозгу нейроны орбитальной коры получают информацию уже переработанной в височном отделе. Она как пережеванная пища: здесь нет ни огурца, ни колбасы, зато есть безликие кубики с бирками «колбаса», «огурец», «дом», «машина» и т. д. Благодаря орбитальной коре мышление может осуществляться схематично, без привлечения образов и даже слов (хотя в нормальном мозгу и образы, и слова активируются вторично, посредством обратных связей). Поэтому отдельная активация этой области может сопровождаться общением без слов, непосредственно блоками мыслей, с невидимыми собеседниками. Активация стриатума, в свою очередь, приводит к выделению медиаторов счастья — эндорфинов, что переживается как блаженство. Недаром физиологи, исследовавшие эту структуру, назвали ее «входом в рай».

«Я оказалась в таком месте, где все было залито светом, отовсюду исходило благоухание и благодать. Я чувствовала, что вокруг меня были люди, хотя я никого не видела. Когда я хотела узнать, что происходит, то всегда получала мысленный ответ от кого-нибудь из них. После того как я обрела новое знание, моя душа была возвращена в тело».

Итак, круг замкнулся: последнее видение — это еще и последние мгновения пребывания на «том свете», после чего следует возвращение в мирскую жизнь.

Хотелось бы на этой оптимистичной ноте и закончить статью. Тем более что все цитированные мной люди действительно вернулись к жизни. Да и не были они мертвы. Ведь клиническая смерть — это все еще жизнь.



*Летописи полны лжи и позорят
русский народ.*

Из решения Синода от 1734 года.

Первый скандал в Академии

255 лет назад, в 1749 году, в Петербургской академии наук разгорелся грандиозный скандал. С этого момента началось то, что у нас называют «антинаучной норманнской теорией» происхождения Российского государства. Вот с ней и идет борьба на протяжении веков.

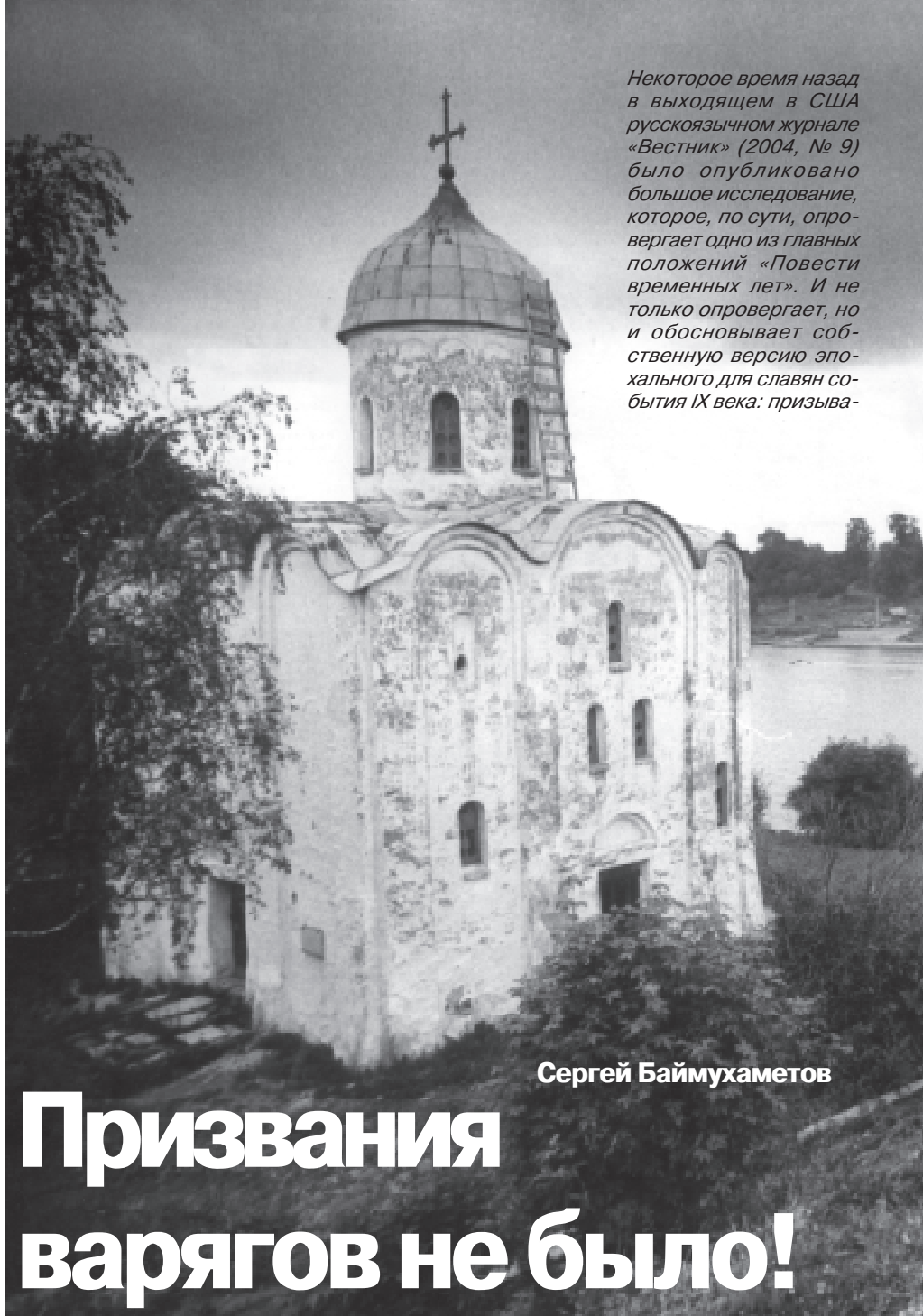
Надо отметить следующее: еще задолго до этих событий, то есть до 1749 года, вышла работа академика Готлиба Байера «О варягах». Причем вышла не где-то на «вражеской» стороне, а в «Комментариях» Петербургской академии наук, где Байер был одним из первых и уважаемых академиков. (Рабочим языком Академии тогда был немецкий язык, и потому «О варягах» впервые опубликовали на немецком.) Но это исследование почему-то не привлекло к себе особого внимания.

Страсти разгорелись в 1749 году, когда тогдашний первый российский историограф Герард Миллер должен был выступить 5 сентября на торжественном заседании Академии наук с речью «О происхождении народа и имени Российского». По правилам тех времен речь предварительно рассматривала специальная комиссия. Тредиаковский высказался «за», заметив, однако, что сама «материя спорна». А вот Ломоносов яростно выступил против. Он нашел речь Миллера «ночи подобной».

С Ломоносовым согласились почти все члены комиссии. Итог: речь не только запретили к выступлению, но даже решили отобрать ее у автора. Миллер пожаловался на необъективность. Тогда президент Академии распорядился рассмотреть дело на генеральном собрании. Рассмотрение длилось шесть месяцев! И окончательный вердикт: работу Миллера — уничтожить.

Вот такие далеко не научные страсти! По этому поводу В.О.Ключевский впоследствии писал: «Причиной запальчивости этих возражений было общее настроение той минуты... Речь Миллера явилась не вовремя; то был самый разгар национального возбуждения...» А еще Ключевский говорил, что споры вокруг «варяжского вопроса» — это патология общественного сознания.

С этим трудно не согласиться. Ведь 255 лет спорим не о том! А именно: славянином или норманном был Рюрик? Как будто кровное происхождение династии могло повлиять на многовековой уклад и жизнь громадной страны. Или кто-то доныне всерьез



Сергей Баймухаметов

Призвания варягов не было!

думает, что Ярослав Мудрый, Александр Невский и Дмитрий Донской — не русские?

В общем-то, почти анекдот: уже 255 лет спорят, опровергают научную работу, которую никто не читал — ну, за исключением Ломоносова, Тредиаковского и еще одного-двух ученых. А потом речь Миллера уничтожили. И на русском языке никогда не публиковали. В своих поисках я нашел одну справку: эта работа Миллера напечатана на немецком языке в 1768 году в «Allgemeine historische Bibliothek» (т. IV). Очень сомневаюсь, что сей древний манускрипт широко известен даже в узких научных кругах. А это ведь тоже патология — опровергать то, чего не читал.

Должен еще заметить, что именно Герарду Миллеру мы обязаны первыми публикациями летописей и вообще интересом науки к древнерусским текстам. Он был основателем первого русского исторического и первого русского научно-популярного журналов. Именно по инициативе Миллера в 1732 году впервые начали выходить (на немецком языке) сборники древнерусских литературных памятников. Но — в сокращенном виде, отрывками, выдержками. Когда же в 1734 году Академия (снова по инициативе Миллера, разумеется) обратилась к Сенату за разрешением на издание летописей в полном виде, то Сенат переадресовал прошение Синоду. И Синод — запретил,

*Некоторое время назад
в выходящем в США
русскоязычном журнале
«Вестник» (2004, № 9)
было опубликовано
большое исследование,
которое, по сути, опро-
вергает одно из главных
положений «Повести
временных лет». И не
только опровергает, но
и обосновывает соб-
ственную версию эпо-
хального для славян со-
бытия IX века: призыва-*

ли на Русь варягов или нет и кто они вообще были такие? Ну как тут не вспомнить известное высказывание: «История России — это история с непредсказуемым прошлым».

Мы связались с автором той самой статьи в «Вестнике» и предложили ему написать специально для «Химии и жизни» сокращенный и кое в чем уточненный вариант

его работы. Что он с удовольствием и сделал, сказав, что публиковаться в нашем журнале для него большая честь.

Теперь о самом авторе. Сергей Баймухаметов живет в Москве, член Союза писателей, автор многих сборников повестей, рассказов, а также исследований по истории средневековой Руси.

фото Е. Величко



постановив, что летописи полны лжи и позорят русский народ.

Так что история с речью Миллера, случившаяся через пятнадцать лет после решения Синода, была вполне в духе того времени. Да и только ли того?

Сей идеологически-запретительный подход к летописям существовал в России вплоть до воцарения Екатерины II. Именно с ее одобрения и стараниями Новикова, Мусина-Пушкина, Щербатова, Болтина и других были изданы первые памятники древнерусской истории и литературы. Однако минуло более двухсот лет, а нельзя сказать, что мы очень уж далеко продвинулись. При коммунистах издание летописей свелось всего к нескольким документам, да и

их подвергли чудовищному сокращению. Сейчас запретов вроде нет, но, как говорят, нет денег. А вернее, нет желания и стремления. Так или иначе, но Россия, наверно, единственная страна в мире (если говорить о цивилизованных странах), которая не имеет полного собрания национальных летописей, изданного на современном русском языке. То, что издавалось и издается по сей день со времен Мусина-Пушкина, выходило и выходит микроскопическими тиражами, а самое главное — в репринтных изданиях на церковно-славянском языке, который доступен далеко не всем читателям.

Вот именно это, а не пресловутый «варяжский вопрос» надо считать под-

Окраина городка Старая Ладога, куда, по легенде, пришел на Русь княжить Рюрик.

Справа — реставрированная часть крепостной стены IX века над рекой Волхов; слева — храм XIII века



РАССЛЕДОВАНИЕ

линным национальным унижением и национальным позором.

Но это факты и эмоции. А речь у нас о Новгороде и варягах.

Заклятие

Суть не в «норманнской теории», в соответствии с которой русская государственность есть произведение пришлых, западных чужеземцев. Суть — в первоисточнике.

Вот «Повесть временных лет»: «Варяги из заморья взимали дань с чуди и со славян... Изгнали варяг за море, и не дали им дани, и начали сами собой владеть. И не было среди них правды, и встал род на род, и была у них усобица, и стали воевать друг с другом. И сказали себе: «Поищем себе князя, который бы владел нами и судил по праву». И пошли за море к варягам, к руси. Те варяги назывались русью, как другие называются шведы, а иные норманны и англ...»

То есть устав от разлада и смуты, не кто-нибудь, а именно новгородцы пришли к варягам и сказали: «Земля наша велика и обильна, но порядка в ней нет. Приходите княжить и владеть нами».

Именно эти слова стали заклатьем русской истории и русской судьбы. И не только потому, что сказано сильно и написано талантливой рукой. Нет, прежде всего потому, что они, эти слова, все время подтверждались жизнью. Во всяком случае, в годы Советской власти, годы чудовищной бесхозяйственности, нелепости и растраты национального достояния, каждый второй грамотный человек повторял про себя и вслух: «Земля наша велика и обильна, но порядка в ней нет». И потому летопись воспринималась и воспринимается сегодня как пророчество и заклатье: ничего не поделаешь — так было всегда, так на роду нашем написано.

Ничего удивительного, что вскоре после публикации летописей в XVIII в. возникла и так называемая «норманнская теория». Понятно, она задевала национальные чувства россиян, поскольку выводила возникновение Российского государства исключительно из деятельности пришлых варяго-норманнов. Также понятно, что ее тот-



час начали оспаривать и оспаривали всегда, начиная с Ломоносова и заканчивая главными идеологами КПСС.

Однако каждое положение исторического документа, как водится в науке, проверяется другими источниками. Скажем, некоторые факты и даты из той же «Повести временных лет» уточнены, подтверждены или опровергнуты исследованиями Шахматова, Гумилева, Лихачева и других ученых, а также сопоставлениями с европейскими и арабскими источниками.

А вот историю о призвании варягов проверить невозможно — ну никак! Ни в европейских, ни в арабских, ни в еврейских источниках нет упоминаний об этом событии. Нет! Варяжская страница в «Повести временных лет» подобна стене несокрушимой — не обойти ее и не объехать, поскольку нет других исторических свидетельств. И потому историки, начиная с Соловьева, Ключевского, Костомарова и заканчивая Гумилевым, Лихачевым и Петрухиным, лишь отмечали противоречия легенды (кстати, очень точно!) и пытались их объяснить или же подвергнуть сомнению. Но — не более.

Я же попытаюсь доказать, что призвания варягов не было. Пользуясь только логикой.

Рюрик-тезка

Из истории известно: более слабое государство входит в состав более сильного. Но в любом случае, пусть формально, **государство обращается к государству.**

Был ли в IX веке Новгород государством? Да, был. Городом-государством с высокой культурой, к тому же с обширными владениями. И нас не должна смущать его относительная молодость (по раскопкам — с VIII века). На то он и назывался Новым городом. А старый, как свидетельствуют недавние археологические открытия, был, скорее всего, в Старой Ладоге — древнейшем центре

поселения славян на северо-западе. Кстати, по более поздней летописи, Ипатьевской, Рюрик пришел княжить именно в Старую Ладогу, а затем, освоившись, основал Новый город и перевел свою ставку туда, в Новгород. (Географическая справка: и Старая Ладога, и Новгород находятся на впадающей в Ладожское озеро реке Волхов; расстояние между ними немногим более двухсот километров: Старая Ладога — ниже по течению, Новгород — выше, у Ильмень-озера, откуда Волхов и вытекает.)

Итак, к кому же государству обратилось за покровительством государство Новгород? К Варяжскому? Так не было такого государства! Это, да и другие противоречия и несообразности летописи вынуждали даже крупных историков к неубедительным гипотезам. Действительно: вначале платили дань варягам; потом выгнали варягов; вслед за этим попросили их «владеть нами». Несуразица явная. И потому В.О.Ключевский предполагал, что звали «других варягов». Каких это других? Вот ключевой вопрос!

Историк-эмигрант Г.В.Вернадский и за ним Л.Н.Гумилев в «нашем» Рюрике видят Рюрика (или Рерика, Рорика) Ютландского. Если так, то все нормально: обратились не к какому-нибудь сброду, а к знаменитому человеку, **к государству!** Не стыдно родословную оттуда вести... Но в этой гипотезе противоречий еще больше, чем в летописи. Во-первых, от Новгорода до Ютландии-Дании почти две тысячи километров. Значит, новгородской делегации, а затем (самое главное) Рюрику с дружиной надо было идти через немецкие, польские, литовские, жмудские, псковские земли и наверняка прорываться с боями, потому что врагов у него было много. Но об этом в летописи ни слова! И конечно же, не мог бы остаться в Европе незамеченным такой дальний поход, по сравнению с которым прежние походы Рюрика на

земли франков и англосаксов — это так, короткие воскресные прогулки.

Второе. Трудно представить, что Рюрик тотчас и с готовностью променял свое положение владельца Ютландии-Дании на столь далекий от Западной Европы Новгород. Но даже если и так, то почему в западных источниках нет никаких упоминаний об этом событии, хотя о предыдущей жизни Рюрика Ютландского (его родителях, завоеваниях, победах и поражениях) известно очень многое? И вдруг такой поступок, несомненно странный для современников: уход в какой-то Новгород, 2000-километровый поход! И это осталось никем не замеченным и не отмеченным? Очень сомнительно.

Видимо, историков сбила с толку еще и фраза «пошли за море». Если «море», то само собой разумеется, что это — Балтика. Вспомним еще раз слова летописи: «Варяги из заморья взимали дань с чуди, и со славян... Изгнали варяг за море... И пошли за море к варягам...»

И вот здесь я скажу главное. Многие ответы и многие разгадки на виду и на слуху — в языке. А язык — самый долговечный и надежный свидетель. Согласитесь: конструкция фразы самая что ни на есть бытовая: «изгнали за море», «пошли за море». То есть если бы пошли просить варягов за две с лишним тысячи километров в Ютландию, то строй фразы был бы другим, совсем другим! Даже если бы и не упоминалось, что поход — великий, а море — Варяжское, как в древности именовали Балтику. А здесь — просто море. Повторяю: просто море. Славяне же называли морем и Чудское озеро, и Ильмень-озеро, и Онежское, и Ладожское, вокруг которого были лагеря и стоянки «своих», то есть ближних (!), варягов. В общем, здесь, по эту сторону Ладожского озера, — город славян, мери, чуди и кривичей (Старая Ладога), а по ту сторону Ладоги, «за морем», — стойбища варягов. Вот и весь секрет.

Кто такие варяги?

Варяги — так славяне называли викингов. Викинги же, если отбросить современную романтизацию, были просто-напросто разбойниками, бандитами. Молодые люди, которые не хотели жить мирно и ловить сельдь, как их отцы и деды, уходили из родных поселений в вик — по-русски — **в выселок**, или — **в путь**, где и промышляли разбоем, грабежом. Со временем они стали страшной силой и три века терроризировали Европу, поднимаясь на ладьях вверх по течению рек и сжигая города и села. А когда не было походов, занимались в армии сопредельных воюющих государств. В общем, наемники, ландскнехты.

Нанимали их и славянские государства. Многочисленные свидетельства тому — в летописях. Причем во всех летописях о найме варягов говорится как о деле обыденном, потому что никуда далеко за ними не ходили, они всегда были под рукой. Приведу одно из самых ранних свидетельств. 980 год. Новгородский князь Владимир ведет войну против Ярополка, убийцы их брата Олега, и нанимает варягов. Разбивает дружину Ярополка, захватывает Киев, а самого Ярополка приглашает на переговоры в свой шатер. Едва Ярополк вошел туда, как два варяга пронзили его мечами...

Да, наш Владимир отличался истинно варяжской жестокостью: был необуздан, неразборчив в выборе средств, пренебрегал всеми человеческими нормами. В общем, редкий индивид даже для нравов тех времен. Получив отказ в руке полоцкой княжны Рогнеды (та не захотела идти за него, потому что Владимир был бастардом — незаконным сыном Святослава от древлянской рабыни Малуши), Владимир идет на Полоцк, захватывает город и насилует Рогнеду на глазах ее отца и матери. Как отмечает летописец, «был он ненасытен в блуде, приводя к себе замужних женщин и растляя девиц». Убив Ярополка, Владимир тотчас берет его жену, то есть жену своего брата. А она была уже беременна. Родился сын, от Ярополка. И отношение к нему в семье было соответствующее. Как в свое время и к самому Владимиру. В общем, вырос Святослав — убийца своих же братьев Бориса, Глеба и Святослава, за что от летописца удостоился прозвища Святополк Окаянный...

Но так или иначе, а князь Владимир, столь страшный в своих необузданных страстях, стал ключевой фигурой в истории Руси. Всё, что вершилось после него, — лишь следствие его выбора веры (второй такой фигурой в истории Руси был только Александр Невский). Через восемь лет после убийства Ярополка он окрестил Русь и стал Владимиром Святым. Быть может, Господь и

простил ему за это все грехи. Как заключает летописец, «был невежда, а под конец обрел вечное спасение».

Впрочем, братоубийство нельзя сводить лишь к недобрым чувствам незаконных сынов и пасынков. Начал-то убивать вполне законный Ярополк. А вспомним опять же убийство Бориса, Глеба и Святослава. Да, Святополк, конечно, Окаянный, но вот скандинавские источники недвусмысленно указывают на причастность к этому убийству брата Святополка — Ярослава, названного впоследствии Мудрым. Так что остается гадать, отчего Ярослав так яростно воевал, изгоняя отовсюду Святополка — то ли как братоубийцу, то ли как свидетеля общего преступления? А если вспомнить их предка Рюрика, то нельзя не отметить более чем странную (одновременную!) смерть его братьев Синеуса и Трувора, после которых Рюрик стал единоличным властителем на русском северо-западе.

Братоубийство — обыденная семейная хроника Рюриковичей. Из одиннадцати детей Владимира своей смертью умерли, кажется, только четверо или пятеро. Ярослав Мудрый, один из них, перед кончиной говорил детям: «Любите друг друга, потому что вы братья родные, от одного отца и одной матери». Но бесполезно: сыновья и внуки Ярослава, как их отцы и деды, нещадно воевали друг с другом. Самый разумный из них, Владимир Мономах, пытался устроить мир уступками, отдавая родичам то Киев, то Чернигов. Но Олег и Давыд Святославичи продолжали братоубийственные войны даже после съезда князей в Любече, где все они целовали крест и договорились о мире. Что не помешало Давыду Игоревичу и Святополку тотчас после этого схватить Васильяка Тербовольского и выколоть ему глаза. И так далее и тому подобное.

Да, когда речь идет о власти, тут уже не до родственных чувств. Так было во всех династиях и во всем мире. Но все же я полагаю, что Рюриковичи в мировой истории занимают особое место по пролитой родственной крови. Может быть, это связано с тем, что изначально при Святославе и тем более при многодетном Владимире не был определен жесткий порядок наследования и распределения земель. Но нельзя, наверно, не учитывать и происхождения.

Языческие славяне — мирный и гостеприимный народ. Это отмечали все древнейшие историки. Славяне чтили род, старшинство в роду, семью. А вот варяги-викинги — это сознательное и бессознательное, полное, абсолютное отрицание семьи, отца и матери. По-



РАССЛЕДОВАНИЕ

этому в их воинской ватаге был один закон — безусловное подчинение вожаку. И в почете — только сила и полное пренебрежение всем остальным. Недаром среди викингов особо ценились так называемые *берсерки* — психопаты, люди-звери, бешеные, одержимые, обладающие пещерной свирепостью и столь же пещерным бесстыдством и презрением к любым ограничениям.

Вот такая среда породила Рюрика, вот по каким законам и нравственным правилам воспитывались его сын и внук, вот какая кровь бушевала в его правнуках и праправнуках!..

Убив Ярополка и утвердившись на киевском престоле, Владимир решил, что наемникам теперь можно и не платить. Выгнал их в Византию (по летописи, они сами попросились: «Обманул нас, так отпусти в Греческую землю»), прежде послав византийскому императору предупреждение: «*Вот идут к тебе варяги, не вздумай держать их в столице, иначе наделают тебе такого же зла, как и здесь, рассели их по разным местам, а сюда не пускай ни одного*». Сам потомок варягов, Владимир, видимо, знал, как следует обращаться с этой братией.

Но это — отступление. Главное в другом: сегодня точно установлено, кто такие варяги и как к ним относились славяне в 980 году. Так можно ли считать, что веком раньше они, варяги, были цивилизованными представителями некоего цивилизованного «варяжского» государства? Так не существовало его вообще — Варяжского государства!

Значит, с одной стороны — дикая вольница, бандиты, наемники. А с другой — Новгород, государство с высокой культурой. И разве логично, чтобы представители цивилизованного Новгородского государства пришли в буйную ватагу, живущую по пещерным законам, и позвали разбойников «княжить и владеть нами»? Это все равно что бы, например, в XVI веке вольный купеческий город Гамбург позвал бы себе правителем атамана из Запорожской Сечи. Нет, цивилизованный город так не делает. А вот нанять — может.

Кстати, одно из первоначальных значений слова «варяг» означает «наемник».



Великий Новгород.
Памятник 1000-летию России



Что же было?

Была рознь, это очевидно. За власть в Новгороде боролись две партии: партия Вадима Храброго и партия некоего Гостомысла. Исторически личность последнего не установлена, хотя, по легенде, он считается новгородским посадником. Эта легенда пошла от историка Татищева, который даже родословную Рюрика вывел от Гостомысла. При этом Татищев ссылался на летописи, которых... нет. То ли сам придумал, то ли пропали те летописи. Поэтому в научном мире Татищев пользуется репутацией почти сомнительной.

Л.Н.Гумилев предполагал, что Гостомысл — вовсе не имя; скорее всего, это была партия «гостомыслов», то есть людей, симпатизирующих иноземцам, гостям. Вот они-то, гостомыслы, чтобы установить выгодные им порядки, и наняли варягов.

А дальше все пошло так, как часто бывало и бывает в истории. Наемники, почувствовав свою силу и слабость мирного города, просто-напросто захватили власть в Новгороде. А когда два года спустя, в 864 году, Вадим Храбрый поднял восстание против варягов, жесточайшим образом расправились с ним и его сторонниками (это уже по Никоновской летописи). А вслед за Новгородом варяги захватили власть и в других русских городах.

И здесь читатель может сказать: да, выдумка о призвании варягов — это самоуничижение. Выходит, нашими князьями-правителями стали бандиты и наемники?

Как создаются династии

Увы, такова история. Правящие династии очень часто приходили со стороны. И далеко не всегда из среды высокородной и благонамеренной. Скажем, отчаянные вояки туркмены сами жили трудно и тяжело, спасались от врагов в пустыне, но в то же время многие правящие династии Азии состояли из людей туркменского происхождения, бывших гвардейцев, охранников и наемников. Даже главный притеснитель туркменов персидский Надир-шах был по матери туркменом.

Богатый Египет на всех невольничьих рынках мира скупал мальчиков, воспитывал их в воинских лагерях и создавал из них гвардию мамелюков. Потом мамелюки половецкого происхождения захватили власть в Египте и основали свою, бахритскую, династию султанов. Из рабов — в султаны!

Про викингов я уже говорил. Через три века после начала разбойных походов они выдохлись, и европейские государства, окрепнув, фактически выгнали их за пределы Европы. Норманны-викинги закрепились лишь на полуострове, названном Нормандским, и создали там свое государство — герцогство Нормандское («герцог» в первоначальном значении — вождь племени). Затем Вильгельм, бывший варяг, а теперь герцог Нормандский, переправился через Ла-Манш, разбил англосаксов при Гастингсе и стал основателем английской королевской династии. Всего-навсего.

Так что не мы были первыми, не говоря уж о том, что единственными.

А зачем Нестор так написал?

«Повесть временных лет» создавалась через три века после событий в Новгороде, то есть в XII столетии. Уже триста лет Русью правили князья из династии варяга Рюрика. За этот период сменилось много поколений, более десятка. Что могли помнить или думать о своих князьях воины, монахи и смерды через триста лет? Что внушали своим подданным Рюриковичи? Разумеется, что их власть от Бога, что их призвали. И вполне понятно, что Нестор тоже так думал. Как думал, так и написал.

Ну а если предположить, что он знал правду, то мог ли он, сидя под рукой и мечом киевского князя, написать, что Рюриковичи родом из бандитов, бандитски захвативших власть? Весьма и весьма сомнительно.

Однако предположим невероятное: летописец Нестор знал правду о варяге Рюрике и написал правду. Но все исследования говорят, что летопись потом редактировал монах Сильвестр под присмотром Владимира Мономаха, а затем она еще раз редактировалась неизвестным монахом, теперь уже под присмотром Мстислава, сына Владимира Мономаха. Более того, не исключаю, что к «Повести временных лет» приложил руку и сам Владимир Мономах. У него были к этому все основания. Во-первых, абсолютная власть над иноками-летописцами. Во-вторых, личный интерес к слову, к литературному творчеству. А самое главное — образование, культура и большой литературный талант.

Так или иначе, но Владимир Мономах и его сын еще тогда знали, что написанное пером не вырубишь топором. И потому тщательно следили, чтобы изначально было написано то, что им надо.

Все так писали!

Д.С.Лихачев считал сюжет о варягах «легендой искусственного происхождения». В.Я.Петрухин, автор скрупулезнейшей монографии «Начало этнокультурной истории Руси IX–XI веков», возражал, доказывая ее естественность, которая проявляется как раз в противоречиях: если бы это были позднейшие вставки, тогда бы уж позаботились о гладкости. Но оба сходятся в одном, а именно: сюжет отвечает традициям. У Лихачева — традициям средневековой истории, возводящей происхождение правящей династии к иностранному государству; у Петрухина — коренным фольклорным традициям самых разных стран и народов.

И вроде бы действительно — есть такие легенды у многих народов. Но вот одно меня смущает: что это за фольклорная традиция, самоуничижающая народ? А ведь самоназвания народов часто говорят об обратном. Обычно люди скорее склонны к возвеличиванию своего этноса в отличие от иных. Самоназвания некоторых народов в переводе часто означают: «настоящий народ», «настоящие люди», «большие люди» и даже просто «люди». Как же одно сочетается с другим — самоуничижающая легенда и склонность к собственному возвеличиванию?

Но все довольно точно встает на свои места, если предположить, что эти «фольклорные традиции» чаще всего инициировались представителями правящих династий. Для оправдания, для утверждения законности династии. Говоря нынешним языком, для легитимизации власти.

Итог

В борьбе с «норманнской теорией» изначально (впопыхах, «в порыве национального возбуждения», если помните, с чего я начал сей сюжет) неправильно сформулировали вопрос. Говорили не о призвании варягов, а вообще о варягах! Одни ученые мужи утверждали, что варяги — это славяне, другие, что это — наши братья литовцы, третьи, что варягов вообще не было. Но куда ж от них, варягов, денешься, если послы Олега писали ко двору византийских императоров: «*Мы от рода русского — Карлы, Инегелд, Фарлаф, Веремуд, Рулав, Гуды, Руалд, Карн, Фрелав, Руар, Актеву, Труан,*



Лидул, Фост, Стемид». Вот такие русские имена! Но — не славянские. И потому четвертые говорили, что да, варяги были, но в очень небольшом числе и в русской истории никакой роли не сыграли... В общем, от кривой палки не бывает прямой тени. Неправильно поставленный вопрос неизбежно порождает двусмысленный ответ. Разгорается борьба, и в ее ходе окончательно теряется существо дела.

Теперь ясно: национальное унижение изначально состояло не в варягах (такие «варяги» есть в истории каждого народа), а в их призвании, в той самой формулировке: «Земля наша велика и обильна, но порядка в ней нет. Приходите княжить и владеть нами». Дескать, сами с собой управиться не можем, и потому приходите владеть нами.

Из сказанного выше (про наемников), надеюсь, мне удалось доказать, что такого не было и не могло быть. Все это придумали в угоду тогдашним князьям Рюриковичам. Только и всего. Так что у нас не было и нет никаких поводов для национального комплекса неполноценности.

Загадочное слово — «русский»

«И пошли за море к варягам, к руси. Те варяги назывались русью, как другие называются шведы, а иные — норманны и англ...»

Тут вроде бы все ясно. Русы, русичи, русские ведут свое название от какого-то варяжского сообщества людей, называемого «русь».

Однако человек так устроен, что хочет знать всё — до истока, до сути. Но тут мы столкнулись с такой историей, где до сути дойти невозможно. Дело в том, что исторически (этнографически) народ или народность очень редко именуются так, как они сами себя называли — по самоназванию. К примеру, чеченцы — это нохчи или вайнахи, немцы — алеманны, албанцы — скептари (шкиптари), венгры — мадьяры. Как правило же, название народу чаще всего дают соседние племена, причем по совершенно случайным признакам. Каким — только им известно, и потому докопаться до первоисточков практически невозможно.

Самый яркий тому пример венгры — народ угро-финского происхождения с фантастически причудливой судьбой. В древние времена венгры (по самоназванию — мадьяры) обитали в среднем течении Оби, в районе нынешних Тобольска и Тюмени. Они составляли южную часть родственного сообщества западносибирских угро-финских народов. И обликом были такие же, как нынешние ханты и манси.

В первые века новой эры началось Великое переселение народов. Инициаторами его стали гунны, ввергнувшие в общий водоворот сотни племен и народностей. Это и перекроило исконную, традиционную карту народов мира. В частности, своим северным крылом гунны подхватили, сорвали с насиженных мест мадьяров, которые затем в течение нескольких веков кочевали в конгломерате гуннских племен, в основном тюркских по языку. Вот отсюда и тюркские слова в лексиконе современных мадьяров. А на Руси они тогда были известны под именем «угров».

Столицей Гуннской империи и ставкой их вождя Аттилы была Паннонская низменность. А когда эта империя распалась, мадьяры (всем на удивление), сохранившись как единое племя, остались жить в Паннонии. И их, мадьяров (угро-финнов по происхождению и языку), соседние германские племена по-прежнему называли гуннами, хуннами, хунграми. Так и страна называется донныне — Хунгария. По-нашему — Венгрия. Хотя к гуннам-хуннам они имеют отношение только соседское.

Но если фенотипически сопоставить современных ханта или манси с венгром, то угадать родство между ними очень трудно. С веками в облике изменилось многое. Однако осталось главной метой родства — язык.

Точно так же название «татары» не имеет прямого отношения к современным казанским татарам (которые на самом-то деле болгары), равно как «таджики» — к современным таджикам: в Центральной Азии в VII веке таджиками называли пришлых арабских воинов, а таджики вообще-то — это персы...

Вот какими фантастическими путями порой возникают названия народов! Вот почему практически неразрешимой загадкой истории остается происхождение этнонима «русский». Ведь в Скандинавии не выявлено никаких следов рода (племени, народа) «русь». Следовательно, открывается широкий простор для фантазий и гипотез.

И тут мне наиболее вероятной представляется версия В.Я.Петрухина —

версия традиционная, ведущая начало от летописи. Вспомним: славяне составляли только часть населения Новгорода — только часть, поскольку там жили еще меря и чудь, угро-финские племена. Именно они издавна называли пришельцев со скандинавской стороны «рууси» или «рооси». Древнескандинавские корни этого слова означают: гребец, участник похода на гребных судах.

И дело даже не в словах, а в житейской логике. Потому что слова «варяги» и «викинги» никогда не относились к роду или племени, то есть к этносу; то была социальная группа. И точно так же, как «вик» — это по-русски буквально — «путь», то «русы» — это «участники похода на гребных судах». Профессиональное название!

Славянское население городов и весей было оседлым, ремесленным и земледельческим. А варяги-викинги-русы на лодках совершали набеги на города Западной и Восточной Европы, от Балтики до Византии. И поскольку они часто оказывались наемниками восточно-славянских городов-государств, то как бы и представляли в окрестных народах славян. И эти народы-государства стали называть население Киева и Чернигова «русами» — по названию варягов. Одновременно в самом Киеве, Чернигове и других городах «русами» стали называть княжеских дружинников, а затем и всех граждан Киевского государства. За один век этноним стал всеобщим! А своих, славянских, доморожденных речных разбойников в Новгороде именовали ушкуйниками. От слова «ушкуй» — то есть большая лодка.

И последнее. Также вполне объяснимо и двойное название — то есть и «варяги», и «русы». Это очень характерно для сообществ со смешанными языками, каким было население Новгорода. Двойное — славянское и угро-финское.

Но все-таки это — версия, пусть более или менее обоснованная. А загадка слова «русский» так и пребудет тайной истории.

Белый халат и третья власть

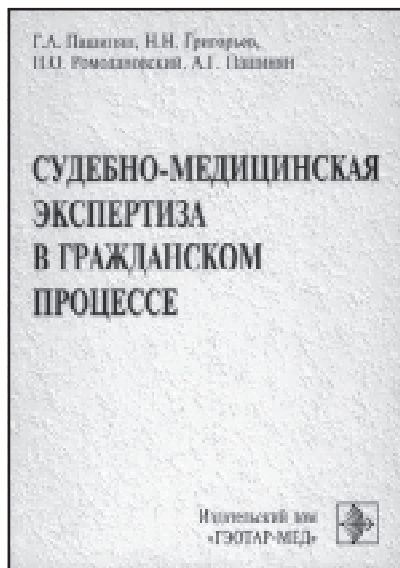
Любой инженер скажет, что сложную систему трудно усовершенствовать: по отдельности все детали и связи просты, но их столько, что в одном месте тронешь — в трех самых неожиданных отзовется. Так же ведет себя и общество. Причем ситуация усугубляется тем, что происходящее отражается на каждом из нас.

Вот пример: взаимодействие медицины и третьей власти — судебной системы. Испокон веку мы молча и преданно смотрели в глаза врачу, глотали таблетки, не спрашивая, что это такое, подставляли понятно что под укол, и никому в голову не приходило, что с врачом можно обсуждать лечение и что его действия кому-то подотчетны. Цивилизованный мир жил совершенно иначе. Врач должен был пациенту все объяснять: как лечить, и почему именно так, и какие есть другие варианты, а действия врача были подсудны. Как, собственно, и действия любого гражданина. Разумеется, можно долго рассказывать об отклонениях, ошибках и злоупотреблениях, но норма была такова. И эту социальную норму общество своим инструментом — государством — поддерживало.

«Химия и жизнь» уже писала о том, что весьма современный российский закон о медицинской помощи содержит несколько важных положений. В частности, он требует от врача полностью информировать пациента. Но об этом, как выяснили социологи, не подозревают ни пациенты, ни большинство врачей. А среди тех врачей, которые знают это положение, большинство не считает нужным его соблюдать. И по-прежнему относятся к больным как ветеринары.

С другой стороны, больные, прознав про то, что теперь суд может рассматривать иски к врачам, стали такие иски подавать. И не только к врачам. И в таком количестве, что родился термин: «потребительский терроризм». Но с исками к врачам — просто беда. Потому что суды не понимают, как проводится судебно-медицинская экспертиза в подобных случаях, и привлекают к ней людей некомпетентных, а иногда и жуликов. Явление столь массовое, что оно, как пишут Г.А.Пашинян с соавторами (кстати, авторами нашего журнала) в книге «Судебно-медицинская экспертиза в гражданском процессе», уже получило свое собственное имя — «суррогатная медицинская экспертиза». Эта книга — только постановка проблемы и рассмотрение некоторых прецедентов. Да и вряд ли можно больше сделать на всего лишь 160 страницах. Но проблема сформулирована, на ее важность указано, и ею надо заниматься — пока не поздно.

Л.Хатуль



КНИГИ

Книга о стеклянных нервах

Современные волоконно-оптические системы связи представляют собой весьма наукоемкое направление техники. Поэтому инженеры-практики, начинающие работать в этой сфере, испытывают

значительные трудности: они должны освоить множество новых физических понятий. Им надо изучить много новых явлений, о которых рассказывается, как правило, лишь в специальных и весьма объемистых монографиях.

В книге Р.Фримана «Волоконно-оптические системы связи», вышедшей в прошлом году в издательстве «Техносфера», необходимая инженеру совокупность новых понятий рассмотрена предельно кратко и на привычном ему языке (хотя иногда и с нарушением научной строгости). Именно в этом главная ценность книги.

Автор книги (издательство проявило похвальную оперативность — английский оригинал издан в 2002 году) консультировал несколько современных проектов создания крупных волоконно-оптических систем связи (ВОЛС) и использовал достижения основных ведущих фирм этой области. В книге рассмотрен практически весь круг вопросов, относящихся к этапам проектирования, изготовления, прокладки, эксплуатации, ремонта ВОЛС. Автор пишет о волоконном кабеле, источниках и приемниках излучения, оптических разъемах и других пассивных оптических элементах, сращивании волокон, регенераторах и оптических усилителях, потерях сигнала в кабеле, спектральном уплотнении, прокладке кабелей, доступности и безотказности систем, поиске неисправностей, эксплуатации. Книгу отличает поистине энциклопедическая широта, причем ее чтение не требует специальных знаний математики и физики — все необходимые определения даны в тексте, как и используемые постоянные, что позволяет доводить оценки до численных значений. Простота изложения позволяют рассматривать книгу как введение в проблему ВОЛС. Далее можно углубиться в специальные издания — библиография доведена до 2002 года. Автор подходит к проблемам комплексно: излагает и научные основы, и инженерные подходы, пишет и об экономической стороне. Книга будет полезна широкому кругу специалистов: сетевым архитекторам, тем, кто прокладывает линии, инженерам-эксплуатационщикам, руководителям разного уровня и в первую очередь преподавателям вузов и курсов повышения квалификации пользователей ВОЛС.

Ю.Р.Носов

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ



Форум организуется при поддержке Правительства Российской Федерации и Правительства Москвы

The Sixth International Forum
High Technology of XXI

www.vt21.ru

Форум проводится под патронажем Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

Достижения высокотехнологичного комплекса Москвы, регионов России, Российской академии наук, стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья в различных областях науки и техники:

- аэрокосмическая технология
- радиоэлектроника и связь
- нанотехнологии
- экология
- мирный атом
- металлургия и биотехнологии
- энергетика, энергосбережение
- информационные технологии
- машиностроение
- лазерные технологии
- технологии безопасности
- химия и новые материалы
- технологии
- автомоблестроения

VI Международный Форум

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Международная выставка

Международная конференция

Конкурсная программа

По вопросу участия обращаться:

Форум и выставка:
ОАО «ЭКСПО-ОДО «ЭКСПО-ЭКСПО»
Тел.: (095) 331-05-01, 332-35-85
Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00
E-mail: expore@ftm-expo.ru
<http://www.vt21.ru>
www.ni-ecost.ru/expo2005

Международная конференция - РСРВТ:
Тел.: (095) 300-26-31
Тел.: (095) 954-89-90
Факс: (095) 954-50-08
E-mail: info@hitechinfo.ru
<http://www.hitechinfo.ru>

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

14-18 марта 2005
B2O
ПЕРВЫЙ РОССИЙСКИЙ ВЫСТАВОЧНО-КОНФЕРЕНЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

БИОТЕХНОЛОГИИ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

ПРОГРАММА КОНГРЕССА

ПЕРВОНАЧНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
«Фундаментальные исследования и инновации»
Президент – доктор В.В. Лукаш
Исходящий организационный комитет: Ч.И. Шиванов и Ю.А. Орленчикова (НИИ)

СЕССИИ 1. «БИОТЕХНОЛОГИИ И МЕДИЦИНА»
Президент – академик И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина),
доктор А.М. Воронин (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина),
доктор А.М. Воронин (Институт биохимической физики им. П.Л. Эрстедта) и Ю.А. Орленчикова (ИГиЛ)

СЕССИИ 2. «БИОТЕХНОЛОГИИ И СЕРВИСНОЕ КОСВИТО»
Президент – академик Ю.И. Егоров (Евро-Сибирский НИИ, академик ИОСН РАН, Фирма), Первый вице-президент ИОСН, профессор В.М. Керсновский (Институт проблем биологии человека РАН), академик ИОСН РАН, академик ИГиЛ (Институт биохимической физики им. П.Л. Эрстедта)

СЕССИИ 3. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
Президент – академик В.И.И. Смирнов (НИИ химической биологии РАН), академик В.П. Лавочкина (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (Институт биохимической физики им. П.Л. Эрстедта)

СЕССИИ 4. «БИОТЕХНОЛОГИИ И СЕРВИСНОЕ КОСВИТО»
Президент – профессор Н.В. Франк (ИГиЛ им. Д.И. Менделеева), профессор Г.А. Кореньев (ИГиЛ им. Д.И. Менделеева), академик ИГиЛ им. Д.И. Менделеева (Институт биохимической физики им. П.Л. Эрстедта)

СЕССИИ 5. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»
Президент – доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

СЕССИИ 6. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
Президент – профессор С.В. Воронцов (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

СЕССИИ 7. «БИОТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»
Президент – профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

СЕССИИ 8. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКА»
Президент – доктор В.В. Лукаш (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор В.В. Лукаш (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор В.В. Лукаш (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

- Все, что есть биотехнология для фармацевтической и пищевой промышленности, агрохимического комплекса, виноделия, текстиля, промышленной промывки, фармацевтики, стекла, биодизельных препаратов, биопластики, керамики, строительные материалы и др.
- Инженерство для охраны и восстановления окружающей среды
- Промышленная и оборонная биотехнология
- Биотехнология для индивидуальной экономики
- Биопрепараты для индивидуальной экономики, в том числе готовые продукты на их основе
- Системы для получения биотехнологии, пищевых продуктов
- Процессы и аппараты для биотехнологической промышленности и лабораторных исследований
- Биотехнология и биокатализаторы
- Подборочно-аналитического оборудования и биологические материалы
- Многофункциональные и интеллектуальные процессы
- Биодизель, биоэтанол, биогаз, биопродукты и биопродукты

СЕССИИ 9. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЕ»
Президент – профессор Т.В. Орленчикова (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), профессор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

ПЕРВОНАЧНОЕ ЗАСЕДАНИЕ: «ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОСТИ, ИНОСТРАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ»
Президент – академик И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина), доктор И.И. Бродский (ИГиЛ им. В.П. Лавочкина)

Биотехнологический конгресс «Программа «Чистая жизнь»
Всероссийского Союза и Российского Ученых, а также совместно с Институтом Микробиологии Академии наук Российской Федерации.

MEIT

17-20 МАЯ 2005
МОСКВА, СК "ОЛИМПИСКИЙ"

4-я Международная выставка и конференция НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Акустическая эмиссия
- Ультразвуковой контроль
- Вихревой контроль
- Визуальный и оптический контроль
- Мультиспектральный контроль
- Электронный контроль
- Инфракрасный и термический контроль
- Динамический контроль твердости
- Вибрационный контроль
- Капиллярный контроль
- Рентгеновский контроль
- Радиационный контроль
- Радиационный контроль
- Контроль трубчатых изделий
- Обучение и сертификация персонала
- Аттестация лабораторий

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- ЛЭВ** – Лабораторный контроль в промышленности
- MEPAT** – Международная выставка и конференция неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности

www.primexpo.ru/ndt



Компания LG Chem, являющаяся крупнейшим в Южной Корее производителем и разработчиком химической продукции, объявляет набор химиков-исследователей для работы в исследовательском центре LG Chem в Южной Корее.

ТРЕБОВАНИЯ:

1. Высшее образование и опыт исследований в следующих областях химии, физики и биологии:

- ◆ Органическая химия
- ◆ Неорганическая химия
- ◆ Катализ
- ◆ Химия высокомолекулярных соединений
- ◆ Биохимия
- ◆ Микробиология, новые медицинские препараты
- ◆ Оптика, фотофизика
- ◆ Полупроводниковые материалы
- ◆ Жидкие кристаллы
- ◆ Фотолитография
- ◆ Тонкие пленки, технологии нанесения различных покрытий
- ◆ Литиевые источники тока
- ◆ Топливные элементы
- ◆ Наноматериалы
- ◆ Порошковые материалы

2. Хороший уровень английского.

3. Возможность выезда в Корею для работы по контракту не менее чем на один год.

УСЛОВИЯ:

- ◆ работа в Южной Корее в исследовательском центре LG Chem
- ◆ первый контракт заключается на 1 год с возможностью продления
- ◆ высокая заработная плата (обсуждается на собеседовании)
- ◆ авиабилет, получение визы, квартира и обеды оплачиваются LG Chem отдельно.

Просим высылать резюме на английском языке по электронной почте:

lyana_pak@lge.com

Телефон: +7 (095) 721-1170

Белобородов Дмитрий, Пак Ляна



ЗАО «КАТАКОН» предлагает

совместную разработку ЗАО «КАТАКОН», Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Института физики полупроводников СО РАН

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ дисперсных и пористых материалов серии **СОРБОМЕТР**



Измерение удельной поверхности приборами серии **СОРБОМЕТР** базируется на тепловой десорбции аргона или азота методами БЭТ и STSA. Приборы эффективны для определения текстурных характеристик дисперсных и пористых веществ и материалов в научных исследованиях, в промышленности (контроль качества сырья и готовой продукции), а также в учебных целях. Измерения прибора **СОРБОМЕТР** основаны на одноточечном методе БЭТ, **СОРБОМЕТР-М** — на многоточечных методах БЭТ и STSA. Метод STSA позволяет определить объем микропор образца.

Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности 0,1–2000 м²/г
Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата 0,03–0,95
Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция.
Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям.
Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ.

630090 Новосибирск,
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»
телефон (3832) 397265, 331084;
факс (3832) 308766,
e-mail: catacon@ngs.ru
www.catacon.ru

Мы обучаем персонал потребителя работе на приборе, обеспечиваем техническое и методическое сопровождение прибора во время эксплуатации.

ВАКАНСИИ,
ПРИБОРЫ



Художник Е. Станикова

Особое предложение

Константин Ситников



ФАНТАСТИКА

Большее всего Стаса волновало то, что старик будет разочарован его возрастом. Что, если это Особое Предложение придумано только для взрослых?

Ведь неспроста же мистер Диаболо пригласил его в самый дорогой ресторан города. Наверняка он рассчитывает на умного собеседника, на тонкий юмор во время беседы за столиком. Скажем, неторопливо потягивая коктейль, этот мистер Диаболо, старик Абрахам, расскажет о своей Сарре, с которой они прожили сорок лет, а от Стаса он будет ожидать соответственно рассказа о его жене, ее новом увлечении садоводством, ну и о том, что их дети-близняшки совсем от рук обились, а на службе все идет кувырком, новый начальник ворчит, секретарша Кэтрин раздражается, и потому единственная отдушина в жизни — это его, Стаса, нумизматическая коллекция.

Вот что ожидалось от Стаса П.Дугласа (в недавнем прошлом Стаськи Королькова). И уже потом, удовлетворенный долгой, обстоятельной беседой, старик наконец достанет свое Особое Предложение...

А теперь представьте, что вместо взрослого, спокойного, ироничного мистера к вам за столик подсаживается мальчишка четырнадцати неполных лет, с оттопыренными ушами и царапиной на носу. Здравствуйте, я пришел за Особым Предложением!.. Самое большее, на что он может рассчитывать, — это на порцию мороженого с клубничкой.

И все же Стас (он же Стас П.Дуглас, он же Стаська Корольков, когда-то обыкновенный московский школьник, а теперь, вот уже второй год, столь же обыкновенный американский школьник, но при этом отчаянный собиратель древностей, в коллекции которого имелся, между прочим, обломок бронзовой монеты, отчеканенной еще до нашей эры), и все же он честно выиграл в интернете Особое Предложение. Кстати, эта драгоценность была запаяна в пластик и снабжена сертификатом, удостоверяющим ее древнее происхождение.

Конечно, выигрыш не потребовал больших усилий: всего-то и нужно было стать десятитысячным посетителем сайта Калифорнийского общества нумизматов. Хотя и это не просто так, потому что до того Стас был уже и восемь тысяч девятьсот тридцать каким-то, и девять тысяч четыреста, кажется, тринадцатым. Короче говоря, он, постоянный посетитель того самого сайта, участвовал в опросах, а один раз даже принял участие в аукционе, в результате которого и стал (всего-то за двадцать долларов!) обладателем того самого бронзового обломка без каких-либо опознавательных надписей, который, однако, но по мнению специалистов, был частью действительно древней монеты, о чем неопровержимо свидетельствовал прилагавшийся сертификат.

И вот теперь, в награду за терпение, повезло — Стас выиграл Особое Предложение!

Прежде чем получить Особое Предложение, он выдержал невероятно утомительную электронную переписку с мистером Абрахамом Диаболо (фотография этого мистера была выставлена на сайте). Следовало овладеть стилем. Стас даже стащил из кабинета отчима книгу под названием «Деловая пере-

писка». И — освоил. Например: «С целью чего позвольте довести до вашего сведения...» Сначала очень гордился, а теперь клял себя на чем свет стоит: ведь в том и заключается особенность электронной переписки, что при желании и некоторой сноровке можно создать о себе любое впечатление. А вот попробуй-ка потом, когда дело дойдет до личной встречи, соответствовать! Ни роста, ни возраста себе не прибавишь...

Сначала Стас в панике хотел было отказаться от встречи (заболел!), а потом успокоился: какого лешего, выиграл он этот приз или нет? И вовсе ни при чем тут возраст!

Наврав матери, что идет на школьную вечеринку, и показав сводной сестре Тэйлор кулак, чтобы не проболталась, Стас оседлал велосипед и погнал мимо земляничных полей в сторону городского центра. Он торопился, хотя времени было достаточно. Дело в том, что вечером его ждал Учитель (издавна повелось, что Стас обращался к нему именно так: не мистер Рэндом, а именно Учитель). Они стали настоящими друзьями. Учитель-математик каждый четверг помогал Стасу по алгебре, которую почти не преподают в общественных калифорнийских школах, но ее Стас не хотел бы запустить совсем. Сегодня как раз был четверг, и если поторопиться, то вполне можно успеть, пусть с некоторым опозданием, на встречу с Учителем.

Стас свернул на Окснард-авеню, миновал здание «Бэнк оф Америка», ювелирный магазинчик, офис хиропрактика и, едва не проскочив вход в ресторан, притормозил у поворота. В запасе еще четверть часа. Прислонил велосипед к рекламному щиту, пригладил обеими ладонями непослушные волосы и стал ждать.

Дождался. Увидел не на экране, а живьем. Высокий тощий старик с лысой, какой-то коричневой головой. Черная в серую полоску пара, темно-синяя сорочка, черная бабочка и черные лакированные туфли. В общем, внушительно, респектабельно. Как тут не оробеть, чувствуя приближение неизбежной развязки?.. Понятно: ватные ноги, противная сухость во рту... Но все-таки приблизился и, сглотив слюну, вымолвил:

— Мистер Диаболо?

— Слушаю вас, молодой человек. — Старик говорил с сильным мексиканским акцентом.

— Вы назначили мне встречу.

— Мистер Дуглас? — Брови удивленно дрогнули. Старик оглядел Стаса с головы до ног и вдруг (это оказалось полной неожиданностью) протянул длинную, костистую руку. — Рад познакомиться с вами, мистер Дуглас. — Короткое рукопожатие, и далее ему, Стасу, указали на вход в ресторан.

— Не думал, что вы так молоды, — заметил старик, когда они выбрали столик в дальнем углу затемненного зала.

— Это проблема? — с вызовом отреагировал Стас.

Устроившийся напротив собеседник задумчиво пожевал губами:

— Нет, конечно. Что такое лишние двадцать-тридцать лет по сравнению с вечностью?

Официант принес меню.

— Я ничего не хочу, — буркнул Стас, но мистер Диаболо будто не услышал:

— Будьте любезны, мороженое с ананасами для моего друга.

Потом он закурил сигару. А еще через пару минут, когда Стас поедал мороженое, вдруг полез во внутренний карман пиджака и извлек оттуда... большой клетчатый платок. Шумно высморкался. Стас разочарованно выдохнул. «Сейчас я поблагодарю за угощение, — подумал уныло, — встану из-за стола и...» И тут же увидел в руках старика футляр. Прямо фокус: ну не было никакого футляра еще секунду назад — и вот!

— Однако приступим к делу, — проговорил старик. — Здесь именно то, из-за чего мы с вами встретились, мистер Дуглас. (Стас опять невольно отметил, с каким сильным мексиканским акцентом он говорит: *very* произносит как *bery*, а *this* как *dis*.) — Позвольте мне от имени Калифорнийского общества нумизматов и от себя лично вручить вам заслуженную награду: набор серебряных монет древнего финикийского города Тира. Это дорогой подарок, но мы надеемся, даже уверены, что он попадет в нужные руки.

Не веря своему счастью, Стас принял дар из рук старика. Футляр оказался неожиданно тяжелым — несомненно, очень старинный, очень дорогой, ручной работы, сделан из красной телячьей кожи и украшен золотым вензелем в виде буквы «N». Позолота, правда, почти осыпалась, но все равно он был великолепен.

— Здесь ровно тридцать, — спокойно сказал старик. — Тридцать кусочков серебра.

Тридцать. Кусочков. Серебра. Грязные сребреники...

Стасу показалось, что он ослышался. Но тут же понял, что всему виной ужасный мексиканский акцент мистера Диаболо*.

Он открыл футляр. На красном бархате — три ряда круглых отверстий, по десять в каждом, и в этих отверстиях, вплотную друг другу, слегка выступая над плоскостью неровными краями, лежали они...

Сперва монеты показались совершенно одинаковыми: на каждой — обведенный кольцом из точек профиль мужчины с пухлым подбородком и круто изогнутой бровью, в лавровом венке поверх похожих на перья волос. Однако взглядевшись, Стас увидел, что монеты разные, ибо ни одна из них в точности не походила на другую, будто у каждой была своя неповторимая судьба: какие-то светлее, какие-то темнее, словно подернутые чернью; некоторые — стершиеся, с неровными краями; еще несколько — помятые, покореженные, с вмятинами и щербинками, а одна из монет и вовсе покрыта рыжими пузырями, словно побывала в огне. И что — все они теперь принадлежали ему, Стасу? А он, Стас, принадлежал им?

Настоящее сокровище.

— А они и вправду... подлиннее?

— Более подлиннее, чем вы думаете, мистер Дуглас.

— И я могу получить их прямо сейчас?

— Вы уже получили их, мистер Дуглас.

— И они не будут стоить мне ничего?

— Ни цента. Это подарок.

Стас сглотнул комок в горле и закрыл футляр. Теперь у него не оставалось никаких сомнений — он получил то, что хотел.

— Спасибо, мистер Диаболо.

— Всегда пожалуйста, — с улыбкой ответил тот. И на прощание добавил: — Передайте привет Учителю.

Со стороны океана надвигался шторм. Огромный иссиня-черный массив туч, подминая под себя город, на ползал с запада, и воздух стал горячим и плотным.

Бешено крутя педалями, Стас мчался на прямых ногах параллельно грозовому фронту и думал только об одном: лишь

* *Thirty silver pieces* (англ.) — тридцать кусочков серебра, или тридцать сребреников; *dirty silver pieces* — грязные сребреники. (Примеч. авт.)

бы успеть! Встреча с Учителем назначена на пять сорок, а сейчас уже половина седьмого, и все же Учитель мог быть еще в школе. Стас надеялся, что он еще в школе.

По спине хлопала перекинутая через плечо сумка, а ведь в ней — вещественное, весомое доказательство того, что в жизни Стаса только что произошло нечто удивительное. Да, но... Неясная, неосознанная тревога. Что-то было не так с этим мистером Диаболо. Слишком уж легко расстался он с такой ценностью. И потом, откуда этот мистер знает про Учителя? Да-да: откуда он знает про Учителя?! Вот что Стас хотел бы понять!..

Школа стояла по другую сторону земляничного поля. Стас обогнул сетчатое ограждение и увидел желтый амбулаторный фургон с настежь распахнутыми задними дверцами. Успел подумать: какие-то они, эти желтые дверцы, приглашающе распахнутые. И следом увидел, как из школы выносят носилки, а на носилках, укрытый по самый подбородок белой простыней, с таким же белым, как эта простыня, лицом, сморщенными веками и вяло опущенными уголками рта, — Учитель.

Какой-то мужчина (кажется, школьный тренер) сопровождал этот кортеж, бурно жестикулируя и что-то объясняя парамедику.

— Что, что случилось? — Стасу казалось, что он закричал на всю округу, но на него не обратили внимания, и тренер говорил, обращаясь к парамедику:

— Все произошло у меня на глазах. Он хотел включить лампу, а провода оголились — крыса, наверно, изоляцию обгрызла. Вот его током и ударило. Как вы считаете, он выживет?

Парамедик пожал плечами и сделал знак санитарам загружать носилки в фургон.

— Хороший мужик, — вздохнул тренер. — Жалко будет, если...

А все началось две недели назад — с того, что Стас и Рубен загорелись идеей материализации желаний. Рубен, мексиканец, приятель по классу, больше всего в жизни мечтавший разбогатеть, откуда-то притащил книжонку со странным названием «Материализация заветных желаний». Как рассказал Рубен, его старшая сестра Антония благодаря этой чудо-книжке отхватила себе самого шикарного парня в районе: он возглавляет местную молодежную банду и ни на минуту не расстается с «пушкой».

— Сказка! — недоверчиво отреагировал Стас.

— Сам ты сказка! Вот попробуй что-нибудь пожелать, только очень сильно. И повтори про себя тысячу раз: «Хочу это!»

Тогда Стас не знал, что ему пожелать, но потом вспомнил про свое увлечение монетами...

Это было безмерно давно, две недели назад. А сейчас он вернулся домой, после всего того, что произошло в ресторане и у школы.

Ларри — так звали отчима — еще не пришел из офиса, мать опять занималась шоппингом, а Тэйлор пропадала у подружек. Стас обрадовался, что дома никого нет: меньше распросов. Раскрыв створки бельевого шкафа, он сдвинул в сторону свою экипировку для игры в американский футбол и положил туда футляр с драгоценными монетами. Затем завалил футляр вещами. Почему он сделал это? Все смутно и странно... Будто, будто... И отчего он чувствует себя таким несчастным?

Надо встретиться с Рубеном и рассказать ему обо всем. Разумеется, кроме того, что случилось с Учителем. Почему? Было в этой истории что-то опять же смутное и странное...

Вот и мексиканский квартал. Стас нашел Рубена в обычном месте — на заднем дворе четырехэтажного кирпичного дома, под железной лестницей. Нашел, плюхнулся рядом с приятелем на деревянный ящик и, торопяся, путая от волнения рус-

ские, английские и испанские слова, принялся рассказывать о том, как последовал его, Рубена, совету и тысячу раз повторил «хочу это!». Что ЭТО? Редкие — да что там редкие! — уникальные монеты, которые сразу выделили бы его, Стаса, среди рядовых нумизматов... И вот, после стольких компьютерных мучений, четыре дня назад — письмо по электронной почте, письмо, в котором сообщается, что он выиграл Особое Предложение. Очень древние, очень редкие монеты. Такие ценные, что Рубен даже представить себе не может!

Рубен тут же спросил:

— Дадут за них двести баксов?

Стас только усмехнулся. Наивный!

Да не в этом дело. Главное — старик, мистер Диаболо. С этим стариком было что-то неладно. С трудом подыскивая слова, Стас начал рассказывать о своих сомнениях, но Рубен его перебил:

— Эти монеты у тебя? У тебя. Чего же тебе еще надо? — И вытащил из кармана своей кожаной куртки маленький пластиковый пакет с белым порошком. — Тут целый грамм. Это мне сеструхин парень дал. Покупай! — Стас покачал головой. — Ну, я тебе даром нюхнуть дам. Я же твой амиго. — Стас опять покачал головой. — Тогда убирайся к черту!

— Ты что, с ума сошел? — оторопел Стас.

Но Рубен уже кричал:

— Значит, притоварился, а теперь старых друзей и знать не хочешь? Ну так и убирайся к дьяволу! — Он вскочил и толкнул Стаса в плечо, словно вызывая на драку.

Но Стасу драться не хотелось. Он поднялся и отступил. Рубен вдруг перестал петушиться, презрительно сплюнул ему на кроссовку и, повернувшись, пошел вразвалочку прочь.

Стас поплелся домой. Матери и отчима еще не было, зато Тэйлор уже вернулась. Стас застал ее не где-нибудь, а в своей комнате. Взобравшись на стул, она собиралась открыть футляр — его футляр! Ну, это уж слишком! Он бросился к ней и схватил за руку. Стул покачнулся, Тэйлор потеряла равновесие и загремела на пол, изо всей силы ударившись головой о спинку кровати.

В том, что произошло с Учителем, а затем с Тэйлор Стас винил только себя. Одно хорошо: Тэйлор отделалась ссадиной и испугом, да и Учитель, мистер Рэндом, тоже шел на поправку. Стас каждый день навещал его в больнице, присаживался рядом, долго молчал. Хотелось рассказать обо всем, но с чего начать? Однажды мистер Рэндом сам спросил его:

— Скажи, дружок, тебя что-то беспокоит?

И Стас решил:

— Это все из-за меня, точно. Из-за меня вы попали в больницу. Потому что из-за меня вы задержались в школе в тот день. Я сказал вам, что меня не отпустили дома. Я соврал. На самом деле я встречался с одним человеком. Мы сидели в ресторане, и он сделал мне Особое Предложение. То есть я как бы его выиграл. И зовут этого человека мистер Диаболо.

— Я слышал это имя, — пробормотал Учитель. — И рад, Стас, что ты честно во всем признался. Но я задержался в школе вовсе не из-за тебя — нужно было проверить контрольные. Так что можешь успокоиться. Не ты виноват в том, что со мной случилось.

— А как же Рубен? И Тэйлор? Это Особое Предложение приносит несчастья!

— Я до сих пор не знаю, что это за предложение, — сказал Учитель.

Стас помолчал, а потом сунул руку под свитер и достал футляр. Учитель долго разглядывал монеты.

— Сколько их здесь?

— Ровно тридцать.



ФАНТАСТИКА

— Вот как? Забавное совпадение. Ты знаешь, что Иуда предал своего Учителя за тридцать сребреников? Если хочешь, я развешу побольше об этом Диаболо. Монеты можешь оставить у меня — я покажу их специалистам.

— Нет! — Стас решительно взял футляр. — Они приносят несчастье. От них нужно избавиться. Но... понимаете, их нельзя просто так взять и выкинуть. Не спрашивайте почему. Я это чувствую.

— Как знаешь, — пожал плечами Учитель...

Спустя пару дней он поведал Стасу следующее:

— У меня тут с собой ноутбук с подключением к интернету, и я могу общаться со всем миром, не выходя из больничной палаты. Так вот, это удивительные монеты. Сребреники, или шекели, и были той самой монетой, которой первосвященники расплатились с Иудой. А изображен на них жестокий финикийский бог... Раскаившись в содеянном, Иуда решил вернуть деньги, но первосвященники не приняли их. Тогда он бросил сребреники на пол, выбежал из храма и, как гласит предание, повесился на дереве. Первосвященники не захотели вернуть деньги в казну храма, потому что это была «цена крови». В общем, на эти тридцать шекелей купили участок земли у какого-то горшечника для погребения странников.

Учитель помолчал и продолжил:

— Теперь насчет мистера Диаболо. Никакой он не президент Калифорнийского нумизматического общества. Вот, смотри, информация из местной газеты тридцатилетней давности. В ней рассказывается о некоем мистере Лавере Редфилде, финансисте из Лос-Анджелеса. Несомненно, он отличался феноменальной скупостью. В сороковых годах случайно встретился с выходцем из Мексики по имени Диаболо, у которого приобрел за бесценок — слушай, цитирую! — «кожаный футляр ручной работы с тридцатью серебряными монетами». И вот после этого жизнь молодого финансиста пошла прахом. Пережив все ужасы Великой депрессии, Редфилд решил хранить весь свой капитал в серебряных долларах, именно в серебряных! Всякий раз, когда он накапливал очередную тысячу в бумажных деньгах, то тут же обменивал их в местном банке на мешочек с тысячей серебряных монет по одному доллару. Когда Редфилд умер, а это случилось в 1974 году, в подвале дома родственники обнаружили более шестисот мешочков с серебряными долларами. А перед смертью Редфилд признался дочери, что именно с сребреников и началось его безумие.

Стас поежился и спросил:

— А что дальше?

— Дальше? Редфилд был очень аккуратным человеком, особенно в том, что касалось финансов, и благодаря этому мне удалось проследить историю монет. Среди его бумаг была найдена одна любопытная запись, относящаяся к 1946 году. Так вот: мистер Диаболо, продавший монеты, купил их у одного бывшего нацистского офицера Люфтваффе, которому в конце войны удалось скрыться в Аргентине. Понимаешь, дело в том, что германские ВВС специально искали в странах Европы редкие монеты, чтобы выдавать их в качестве награды своим асам-истребителям... Прошли годы, и перед смертью

мистер Редфилд завещал сребреники — догадайся кому? Мистеру Диаболу.

— То есть они к Диаболу вернулись, — понял Стас.

— Именно, — кивнул Учитель. — Но вот вопрос: как монеты попали в Европу? Здесь мы вступаем в область догадок. Возможно, они были привезены Наполеоном из Египта. Да, не исключено: в пользу этого свидетельствует монограмма на футляре — буква «N». Известный нумизмат Киндлер, директор музея в Тель-Авиве, с которым я связался по электронной почте, поведал мне о том, как сребреники могли попасть из Палестины в Египет. Возможно, горшечник, у которого первосвященники купили земельный участок, хотел избавиться от проклятых денег и в конце концов закопал их. А в те времена существовала религиозная секта ессеев. Они были земледельцами, достаточно образованными людьми, поэтому их часто нанимали римские офицеры как воспитателей для своих детей. Вполне вероятно, что однажды, вспахивая землю, некий ессей обнаружил клад с тридцатью сребрениками, а потом, нанявшись к римскому офицеру, отправился с ним в Египет. Что было после, мы не знаем. Однако ясно одно: эти сребреники, запятнанные кровью, действительно приносят несчастье.

— И что же мне теперь делать? — спросил Стас. — Где я найду этого Диаболу?

— Думаю, очень просто, — тихо сказал Учитель, улыбнувшись, и протянул мальчику развернутую на последней странице газету. Из черной рамки на Стаса глянуло знакомое лицо. — Мистер Диаболу скончался два дня назад.

— Значит, все пропало? — воскликнул Стас.

Учитель покачал головой:

— Такие типы, как этот Диаболу, не умирают. Мы найдем способ вернуть ему сребреники.

Едва выписавшись из больницы, мистер Рэндом, или Учитель, как называл его Стас, отправился к адвокату. Учитель хотел привлечь на свою сторону закон. Известно, что в Соединенных Штатах свято чтут законы, даже самые нелепые. А нелепых законов там предостаточно. Например, в штат Невада нельзя возить китов. В Виргинии запрещено целовать жену по воскресеньям. В Пенсильвании мужу запрещено бить жену палкой, если ее, палки, толщина превышает диаметр его, мужа, большого пальца руки. В Аризоне нельзя кушать апельсины, выращенные во Флориде, и, если вы нарушите этот закон, вам грозит тюремное заключение сроком до пяти лет. Есть свои законы и в отдельных городах. Например, в Детройте запрещено спать в ванне, зато в Питтсбурге разрешено проделывать то же самое в холодильнике. Такие вот они, забавные американцы.

Значит, Учитель отправился к адвокату. Тот подробно расспросил о деле. Разумеется, Учитель не назвал никаких имен. Разумеется, адвокат поначалу отказался консультировать клиента по делу, всех подробностей которого не знает. Однако Учителю удалось убедить собеседника в необходимости сохранения тайны, и адвокат, после долгих поисков в архивах города, наконец таки отыскал старый закон, который мог помочь делу.

— Теперь я знаю, как заставить Диаболу забрать сребреники, — сказал Стасу мистер Рэндом, Учитель, когда они завтра встретились. — Ведь ты знаешь, что американская система правосудия строится на прецедентах.

Но Стас не знал.

— Что это такое, прецеденты?

— Это судебные случаи, на основе которых затем выносят судебные решения во всех подобных делах. Например, если кого-нибудь в прошлом приговорили за незаконную сделку к пяти годам тюремного заключения, то и во всех последую-

щих случаях за такое же преступление приговор, скорее всего, будет аналогичным.

— Какой же прецедент подходит нам?

— А вот какой. Много лет назад некий Джон Смит, житель Окснарда, подарил своему племяннику, проживавшему в другом штате (как и тебе, мальчику в тот момент не было еще и четырнадцати), городскую реликвию, находившуюся в частном владении этого самого Смита. До того реликвию часто демонстрировали в музеях и выставочных залах, что привлекало множество посетителей. Племянник Смита увез ее к себе домой, и, таким образом, она оказалась навсегда потеряна для Окснарда. Чтобы предотвратить дальнейшее разбазаривание городских реликвий, мэрия приняла закон, на основании которого запрещалось делать ценные подарки и заключать любого рода сделки с детьми, родившимися не в Окснарде и не достигшими четырнадцати лет. Закон есть закон. Таким образом, Диаболу, вручая тебе сребреники, дважды нарушил этот закон: ты родился в России, и тебе нет четырнадцати лет.

Рано утром, еще до появления первых посетителей, мистер Рэндом и Стас пришли на кладбище и разыскали могилу Диаболу.

Стас держал наготове футляр с монетами, а Учитель развернул копию закона о сделках и подарках. Подняв ее перед собой, как Святое Писание, мистер Рэндом приступил к экзорцизму:

— Именем закона заклинаю тебя, Диаболу, восстать из мертвых!

Ничего не произошло.

К ним, прикрываясь шляпой от солнца, приблизился какой-то ранний посетитель. Это был высокий тощий старик с галстуком-бабочкой. Кивнув остолбеневшему от неожиданности Стасу, он обратился к Учителю:

— Вы хотели поговорить со мной, мистер Рэндом?

— Мистер Диаболу? — Учитель отступил на шаг, но тут же взял себя в руки. — Мы хотим аннулировать незаконную сделку.

— Разве я заключал сделку с вами?

Стас храбро выступил вперед и крикнул:

— Это я хочу! Я хочу вернуть вам ваш подарок. Возьмите его, вот он!

Диаболу не спешил забирать футляр. И тогда мистер Рэндом пошел в наступление.

— Закон города Окснард запрещает заключать сделки, а также делать ценные подарки детям до четырнадцати лет! — жестко сказал он, и мистер Диаболу тут же пошатнулся, будто получил пощечину. — Далее, — продолжил Учитель, — закон города Окснард запрещает заключать сделки, а также делать ценные подарки детям, родившимся за пределами города! — Шляпа слетела с мистера Диаболу, и, прикрываясь руками, он отступил к надгробному камню. — Закон города Окснард запрещает заключать сделки, а также делать ценные подарки детям до четырнадцати лет без ведома и согласия их родителей или опекунов! — Зеленый дерн задымился под ногами Диаболу, и в следующий миг он по колено провалился в него. — Вы нарушили закон, мистер Диаболу. Сделка недействительна, заберите назад ваши грязные сребреники!

Стас сунул футляр в скрюченные пальцы Диаболу, и тут же могила провалилась под стариком.

— Никто не смеет идти против закона, — сказал Учитель.

С этими словами он повернулся и пошел к выходу. На кладбище стояла тишина, только пели птицы.

Новые задачи «ИнноСентив»

Идея проста до гениальности — заходишь на сайт в интернет и смотришь: какие там насущные проблемы у больших компаний? Скажем, идет поиск новой добавки для масла (чтобы не окислялось), или нужен ингибитор ионного канала, или же вещество, которое останавливает развитие половых клеток. Даже гигантская транснациональная корпорация не может иметь в штате абсолютно всех специалистов. Ведь по ходу исследований возникают все новые и новые задачи, а значит, иногда нужны ученые совершенно не той специализации, в рамках которой идет работа. С другой стороны где-то в мире обязательно есть человек, который с такой задачей сталкивался, а может, уже ее и решил. Только об этом никто не знает.

«ИнноСентив» («InnoCentive») — первая в мире компания, которая решила эту проблему, связав заказчиков и исполнителей научных задач по всему миру. Наш журнал не раз писал об этой компании и продолжает следить за ее успехами. В Россию фирма «ИнноСентив» пришла в 2002 году, почти сразу после открытия сайта www.innocentive.com (в декабре 2001 года) и публикации первых задач фармацевтических концернов. Напомним, что там представлены задачи по химии и биологии.

Что произошло за три года? Успешно ли наши соотечественники освоили новую форму работы? Ведь, узнав на сайте задачу, ученый должен ее решить (у себя на кухне или в институтской лаборатории), сформулировать ответ на английском и послать по электронной почте. А дальше ждать решения экспертной комиссии и либо бежать в банк за деньгами, либо пробовать решить следующую задачу.

Мы задали несколько вопросов вице-президенту по маркетингу компании «ИнноСентив» г-ну Али Хуссейну.

Каковы успехи компании в 2004 году, и, в частности, в России?

В 2004 году «ИнноСентив» подписала соглашения с еще несколькими российскими университетами и химико-технологическими институтами. Итого в России на сегодняшний день мы заключили соглашения с 25 вузами. Причем если раньше мы были сосредоточены в основном на Москве и Санкт-Петербурге, то теперь наша география расширяется от Калининграда до Владивостока. Последние три соглашения мы заключили с Бурятским и Саранским университетами и Ивановским химико-технологическим институтом. Соглашение практически ни к чему не обязывает вузы. Мы просто объявляем, что действуем легально, а не переманиваем самых умных и талантливых ученых и студентов. Собственно, переманивать некуда. В вузах, с которыми есть соглашение, просто даем информацию о том, что желающие могут, не покидая рабочего места, поучаствовать в мировом научном процессе.

Мы планируем и дальше расширять наши контакты с российской наукой. Например, в 2005 году мы надеемся подписать такое же соглашение с Российской академией наук, следовательно, со всеми институтами, которые в нее входят. Вообще наша цель — чтобы любой человек, причастный к науке, от студента до академика, где бы он ни жил, имел совершенно равную возможность участвовать в решении научных задач.

Сейчас на сайте «ИнноСентив» зарегистрировались уже 75 000 ученых из

175 стран. Россия — очень важный для нас партнер. По активности в решении задач, которые появляются на сайте, она занимает 3-е место (после Китая и США).

А сколько наших соотечественников уже получили премии за решенные задачи? И сколько вообще проблем, заявленных на вашем сайте, нашли решение?

Всего за три года была решена 61 задача и выплачено столько же премий. Россиян среди победителей не меньше семи, причем один из них, выпускник Химфака МГУ, получил премию четыре раза. На самом деле российских премиантов может быть даже больше, чем семь. Ведь не секрет, что многие ваши ученые сейчас работают в Европе или США, а у нас нет графы «гражданство». Есть графа — «где живете». Поэтому если в данный момент человек работает в Германии, то статистика искажается. Есть победители из стран СНГ — один из них живет в Молдове, другой — в Казахстане.

Мы считаем, что с заказчиками дела обстоят просто блестяще. Для начала должен отметить, что крупных компаний, которые нам поставляют задачи, уже 30. Если учесть, что все они входят в топ-лист 500 самых преуспевающих фирм мира, публикуемых в журнале «Fortune», то это очень хорошая гарантия серьезности решаемых проблем. Разброс по премиям огромный — от 15 тысяч до 350 тысяч долларов США. Задачи можно условно разделить на два класса: теоретические, которые



INNOCENTIVE
MINDS OVER MATTER



ИНТЕРВЬЮ

можно осилить, работая с литературой, и практические — когда вам нужно получить в лабораторных условиях какое-либо вещество. Решаются практически 40–50% задач первого типа и 30–40% задач второго типа. Если вспомнить, что в США в институтах реализуется только 12%, поставленных научных задач, наш результат впечатляет. Вот на что способен «мировой коллективный разум».

Каков средний возраст вашего премианта?

Здесь нас ждала небольшая неожиданность. Привычный образ ученого — убежденный сединами и опытом профессор. А между тем исследователи, получившие премии в «ИнноСентив», поделились на три примерно равные возрастные группы. Первая — студенты, аспиранты, молодые ученые, вторая — ученые работающие в науке не менее 7 лет, и только третья — опытные профессора, с научным стажем 15 лет и больше.

И наконец — дальнейшие планы «ИнноСентив» в России?

В 2005 году наша компания не будет уже проводить большие презентационные мероприятия для знакомства с нашей формой работы. «ИнноСентив» уже довольно хорошо знают в России. Мы пытаемся более активно работать с той сетью, которая уже создана.

Наши мероприятия в новом году будут направлены в основном на то, чтобы подстегнуть интерес ученых и студентов к решению новых научных проблем, размещенных на нашем сайте. Это будут различные олимпиады, конкурсы и другие подобные акции.

Подумываем мы и о том, чтобы организовать в российских университетах свои постоянно обновляемые стенды с информацией о новых задачах, которые появляются на сайте www.innocentive.com.

Очень надеемся, что в наступающем году подпишем общее соглашение о сотрудничестве с Российской академией наук, что позволит и ее институтам активнее включиться в процесс. Хотя ничего не мешает и сейчас любому ученому зарегистрироваться на сайте и начать работать над любой задачей.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Живот — не синоним жизни

То, что лишний вес и ожирение неблагоприятно сказываются на здоровье, — давно не новость. Но опаснее всего иметь толстый живот, выяснили американские исследователи.

Дениз Хьюстон из Медицинского центра Университета Вэйк-Форест и ее коллеги из университета Северной Каролины предупреждают обладателей больших животов: скопления жира именно в этой части тела резко повышают вероятность потери трудоспособности в будущем.

Авторы работы проанализировали данные 16 000 случайно выбранных жителей Америки, не страдающих хроническими заболеваниями. Впервые эти люди попали в поле зрения ученых девять лет назад, в возрасте от 45 до 64 лет. У каждого измерили соотношение талия — бедра и вычислили индекс массы тела — количество жировых отложений относительно роста и веса.

В этом году каждый из них дал подробный отчет о своей еженедельной деятельности, разделив все параметры на две группы. К первой отнесли легкость, с которой опрошенные умывались, одевались и обувались, ходили по квартире, вставали с постели и ложились, ко второй — ведение домашнего хозяйства, то есть готовку, уборку, мелкий бытовой ремонт.

Оказалось, что даже те, чей вес не выходил за пределы нормы, но чей живот выдавался вперед, испытывали затруднения с домашними делами. Люди с индексом массы тела, превышающим 30 (норма — до 25), и большим соотношением талия — бедра почти в два с половиной раза хуже справлялись с домашним хозяйством и в четыре с половиной — обслуживали себя, чем участники исследования с нормальным весом и наименьшим соотношением талия — бедра (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 17 ноября 2004 г.).

В расчет принимались и другие факторы, которые могли повлиять на результат: физическая активность, пристрастие к алкоголю и курению, уровень образования. Но решающим оказались именно живот и высокий индекс массы тела.

Хьюстон обращает внимание на то, что многие участники исследования довольно молоды, их возраст — от 52 до 75 лет, а они уже сейчас не могут как следует обслужить себя, в будущем же им грозит полная потеря трудоспособности. Этой опасности подвергаются все более молодые люди, и эпидемия ожирения захватывает все большее количество стран.

Е. Сутоцкая

P.S. Все в мире повторяется, и подобное исследование уже проводили в Гетеборгском университете (Швеция) 20 лет назад («Короткие заметки» в «Химии и жизни», 1985, № 7). Как ни прискорбно, общественность осталась глуха к предупреждениям ученых...

Пишут, что...



...гены, отвечающие за мужскую гомосексуальность, не исчезают из популяции, так как эти же гены, локализованные в X-хромосоме, повышают плодородность женщин-носительниц («New Scientist», 16 октября 2004, т.184, № 2469, с.5)...

...вирус гепатита А (желтухи) может предотвратить развитие астмы («Scientific American», 2004, т.291, № 5, с.9)...

...в Балаклавской бухте рыбаки колхоза «Путь Ильича» поймали длинноперую рыбу-бабочку — типичного представителя фауны коралловых рифов («Вопросы ихтиологии», 2004, т.44, № 6, с.853–854)...

...так называемые псевдогены, поврежденные копии генов, часто обладают функциональной активностью и, возможно, являются «зародышами» новых генов («Журнал общей биологии», 2004, т.65, № 4, с. 306–321)...

...при решении стандартных арифметических, а также нестандартных логических задач активность мозга у мужчин и женщин несколько различается («Физиология человека», 2004, т.30, № 6, с.17–27)...

...в произведениях гуманиста Конрада Целтуса упоминается «арктический остров Грулада», открытый русскими моряками в XV веке, — возможно, Гренландия, Шпицберген или Новая Земля («Вопросы истории естествознания и техники», 2004, № 3, с.3–42)...

...в поймах рек центра Русской равнины определено шесть кратковременных этапов накопления аллювия (от 10,5 до 0,5 лет назад), совпадающих с периодами резких похолоданий («Почвоведение», 2004, № 11, с.1285–1295)...

...обработка дубовых опилок соляной кислотой с нагревом и высушиванием при 160°C приводит к образованию летучих фенолов с тонким ароматом, улучшающих вкусовые качества вин («Прикладная биохимия и микробиология», 2004, т.40, № 6, с.704–707)...



...пахучие выделения самцов мышей, облученных ионизирующей радиацией (доза 4 Гр) становятся более привлекательными для необлученных сородичей («Бюллетень экспериментальной биохимии и медицины», 2004, т.138, № 10, с.432)...

...музыкально одаренные дети в возрасте 7–10 лет лучше распознают эмоции окружающих («Журнал высшей нервной деятельности», 2004, т.54, № 5, с.581–591)...

...натрий в составе комет, возможно, светится под действием солнечной радиации («Письма в астрономический журнал», 2004, т.30, № 11, с.874–880)...

...МКС движется ориентированно, причем ориентация неизменна либо в орбитальной системе координат, либо в абсолютном пространстве («Поверхность», 2004, № 1, с.94–106)...

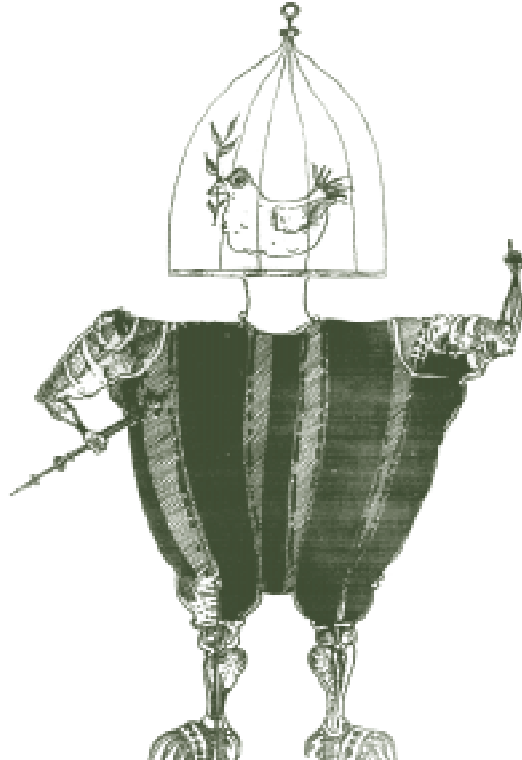
...наиболее важный фактор эволюционной неизменности вида — противодействие двух направлений отбора («Зоологический журнал», 2004, т.83, № 8, с.927–935)...

...запатентована водка «Белая пантера», настоянная на овсяных хлопьях и гречневых хлебцах («Изобретатель и рационализатор», 2004, № 8, с.3)...

...в России ежегодно на 30% увеличивается число преступлений, совершенных с использованием интернета, причем средний размер материального ущерба составляет 559 400 рублей («Интеллектуальная собственность», 2004, № 11, с.46–52)...

...в числе 10 основных тенденций технологии будущего названы беспроводной стандарт USB, биомехатроника, «умная пыль» — беспроводные микродатчики («PC Magazine», русское издание, 2004, № 9, с.86–98)...

...в США собираются секвенировать геномы мышей, принадлежащих к 15 лабораторным линиям («Nature», 14 ноября 2004 года, т.432, № 7013, с.5)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Динозавры спали, как птицы

Динозавр Мей Лонг, что означает «крепко спящий дракон», пролежал нетронутым 140 миллионов лет. Его поза очень напоминает положение современной спящей птицы.

Похоже, что Мей Лонг умер, сложив под собой задние конечности и спрятав голову под одну из передних, как пернатые прячут голову под крыло. Хинг Ху из Китайской академии наук в Пекине и Марк Норелл из Американского музея естественной истории в Нью-Йорке уверены, что это наиболее древние останки, найденные в подобной позе. Исследователи предполагают, что динозавры и птицы имели общего предка, не намного старше самих динозавров.

Чаще всего позы, в которых находят останки древних животных, — результат трупного окоченения. «Живая» поза, которая могла бы рассказать об их повадках, моментальный снимок происходившего миллионы лет назад — большая редкость.

Норелл утверждает, что Мей Лонг, скорее всего, был погребен живым при извержении вулкана. Его останки обнаружили в провинции Ляодун на северо-востоке Китая в вулканических отложениях со значительным содержанием золы. Но он мог быть и отравлен ядовитым газом (например, угарным). Как именно погиб динозаврик, сегодня определить невозможно.

По словам американского ученого, поза, в которой найден Мей Лонг, наводит на мысль, что это животное могло быть теплокровным. Современные птицы прячут голову под крыло, чтобы сохранить тепло. Возможно, Мей Лонг делал то же самое (по сообщению агентства «BBC news» от 13 октября 2004 г.).

К моменту своей гибели динозавр только достиг зрелости. У него маленькая голова, короткое туловище и очень длинные задние ноги. Длина спящего «дракона» — всего 53 см. Хинг Ху и Марк Норелл полагают, что небольшой размер — важный шаг к появлению птиц и именно миниатюризация сделала возможным уникальные изменения, произошедшие с летающими животными.

М.Егорова



АНТОНУ ИЛЬЧЕНКО, Москва: *Метод и методика — вещи разные: методикой принято называть описание всего хода действий при решении научной задачи, например аналитической, от выбора объекта исследования до составления отчета, метод же — более узкое понятие, включающее манипуляции с объектом или отобранной пробой, получение и обработку результатов.*

Л.М.МИХАЙЛОВУ, Туапсе: *Вы правы, в словосочетании «CDS-полипарахсен» первые три буквы означают сульфид кадмия (CdS), а вовсе не загадочную «си-ди-эс-модификацию полимера».*

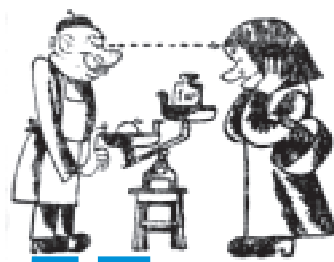
К.А.БИРИЧЕВУ, Астрахань: *Ауксонометр — прибор, с помощью которого в первой половине XX века изучали динамику роста растений: к верхушке привязывали тонкую нить, перекинутую через блок; прибор вышел из употребления, когда выяснилось, что натянутая нить искажает картину роста.*

А.В.КОНДРАТЬЕВУ, Санкт-Петербург: *С классификацией обезьян дело обстоит так: отряд приматы делится на два подотряда, полуобезьян и обезьян; в последнем есть две секции, широконосых обезьян, к которым относятся игрунки и цебиды, и узконосых, куда входят четыре отряда — мармышкообразные, гиббоны, понгиды (орангутан, шимпанзе, горилла) и гоминиды (мы с вами и наши ископаемые предки).*

Е.А.БОРИСОВОЙ, Калуга: *Производное метионина, известное под названием противоязвенного фактора U, или витамина U, действительно содержится в соке белокочанной капусты; к сожалению, это вещество легко окисляется и разрушается, поэтому сок квашеной капусты вряд ли поможет от язвы, тем более что в нем много молочной кислоты.*

А.В.СЛЮСАРЕВУ, Пермь: *Фетр и войлок — не одно и то же, хотя технологии их изготовления отчасти сходны: войлок валяют из шерсти (а иногда из минеральных волокон), фетр — из пуха кроликов, зайцев, коз.*

Всем читателям: *Мы приносим извинения за опечатки — в разделе «Школьный клуб» № 9 на с. 41 в опыте 1 в итоговых реакциях надо добавить «H₂O», в опыте 2 в заголовке заменить N на n, в опыте 3 коэффициент 21 заменить на 12; в статье «Тайна третьей планеты в стоп-кадрах» (№ 11) на с. 35, в средней колонке, вместо «только Австралия» следует читать «только Антарктида».*



Наши мифы

Что такое мифы, они же предания и сказания? Это, как уверяет энциклопедия, создания коллективной общенародной фантазии, обобщенно отражающие действительность в виде чувственно-конкретных персонификаций и одушевленных существ, которые мыслятся первобытным сознанием вполне реальными.

Что такое современные мифы? Это в общем то же самое, только «первобытное сознание» мы из вежливости опускаем. Некая информация, которая передается из уст в уста (вариант: с сайта на сайт), причем рассказчики заботится больше о художественной стороне, чем о достоверности. Сведения о кактусах, жадно поглощающих компьютерное излучение, подвергаются экспериментальной проверке так же основательно, как в античное время — сведения о динамике Симплегад. Стоит кактус у экрана? Стоит. Пользователь у экрана сидит? Сидит. Оба здоровы? Еще как! Ну и вот. Точно так же и слушателям древнегреческого морехода не к чему было придираться: ну как было проплыть кораблю между скалами, когда они, подлые, нарочно сдвинулись — и в корму! Почему больше не двигаются? Так я выплыл по другую сторону, и заклятье кончилось!.. Остальное довершат поэты.

А представители естественных наук, сталкиваясь с подобными явлениями, каждый раз ломают головы. Действительно ли произошло что-то необычное, или же здесь поработала загадочная творческая сила народа и данная история проходит по ведомству фольклорного отделения факультета филологии? Впрочем, не будем все валить на «народ». Некоторые профессиональные ученые своими трудами тоже обогатили современную мифологию.

«А правда ли, что?..» — с такими вопросами читатели подчас обращаются в «Химию и жизнь». В этом и последующих номерах мы напомним некоторые из мифов, с которыми нам приходилось сталкиваться. (Повод есть: в этом году, как известно, журналу исполняется 40 лет.) Особое внимание мы всегда уделяли воде — «главному веществу» Земли, веществу жизни, самому обиденному и самому загадочному. Плэтому с нее и начнем.

Вот, например: правда ли, что серебряная посуда убивает бактерий в воде? И кстати, действительно ли вода в церковной купели никогда не портится и погружать в нее чувствительное к инфекциям маленькое существо совершенно безопасно?

Примечательно, что вторым вопросом озаботились юные химики еще в 1986 году («Химия и жизнь», № 1). «Святая вода», которую берут из проруби во второй половине января, на Крещение, когда стоят самые сильные морозы, действительно стерильна — микроскопирование показывает, что она не содержит микроорганизмов. А что касается предохраняющего эффекта серебряной купели — в самом деле, бактерицидное действие серебра известно еще с начала XX века («Химия и жизнь» 1965, № 3). Небольшие количества ионов серебра (порядка микрограммов), которые попадают в воду со стенок посуды, не предотвратят массивной бактериальной атаки. Зачерпывая серебряной фляжкой водицы из болотца, вы получите расстройство желудка с той же вероятностью, как если бы воспользовались обычной пластмассовой кружкой. А вот исходно чистая крещенская вода, при условии высокой «культуры обслуживания» (по аналогии с культурой эксперимента) действительно безопасна. Более высокие концентрации серебра в растворе, например, азотнокислого, могут действовать и как настоящие антисептики. Но вернемся к воде.

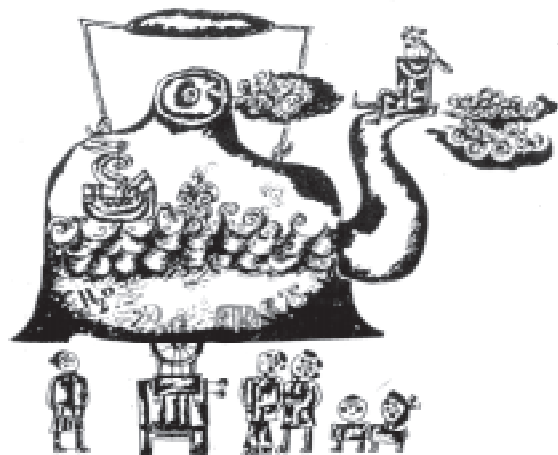
Самый шумный миф XX века — «живая и мертвая вода», которую получают на кухне электролизом и которая лечит буквально от всего! В июльском номере «Химии и жизни» за 1985 год были опубликованы две большие статьи, посвященные этой проблеме. Первая, доктора медицинских наук Ю.А. Фурманова, называлась «Давайте дуть на воду!». «Эмалированная кастрюля, брезентовый мешок, пластинка из стекла с двумя электродами и выпрямитель электрического тока... Все происходящее показалось скучноватым фокусом: вода из крана наливалась в кастрюлю и в мешок, в эту воду погружались электроды, и, разделенные брезентовой стенкой, они включались в сеть, в результате чего начиналось тихое бульканье». Вода нагревалась примерно до 50°С, после чего прибор выключали, а анодную и катодную воду разливали в два сосуда. Анодная вода имела заметно кислую реакцию (около трех), катодная — щелочную (выше десяти). Полоскания анодной водой тут же вылечили ангину у одной из свидетельниц эксперимента. Идея была в том, что кислая анодная вода обеззараживает и консервирует, как «мертвая вода» русских народных сказок, а щелочная катодная заживляет раны и уменьшает воспаления (будучи, соответственно, «живой»).

Дело в тот раз дошло до переписки с Фармкомитетом Минздрава СССР: разбирательство о пользе мертвой и живой воды шло на полном серьезе. Впрочем, инструкции по применению начали расходиться в народе сразу, результатов исследований никто не дождался. Продавали эти инструкции даже в парикмахерских. Кто знает, может быть, это и дискредитировало идею. Да и медицинские журналы публиковали результаты неохотно. А ведь факты были. «Кислая вода губительно действует на многие микроорганизмы,

отсюда и эффект при ангине, особенно в начальной стадии. Щелочная вода способствует заживлению ран, снимает боль и воспаление... стимулирует процессы регенерации... Ни того, ни другого эффекта не удалось достичь, просто подкисляя или подщелачивая исходную воду». Таинственный дигидромоноксид снова выступил в роли самого загадочного вещества на Земле.

Но дальше — скучные истины из курса химии: в состав воды могут переходить ионы из материала модельных электродов (например, железа), вода из водопровода всегда будет содержать хлор и поглощенные из воздуха карбонаты... Словом, что там получится возле электродов — это каждый раз «лотерея». Как, очевидно, и результаты лечения.

Мы писали и о талой воде, и о магнитной воде, и о «памяти» воды, обуславливающей целебные свойства сверхмалых доз лекарств, — всего не перечислишь. Но, пожалуй, две истории старожилы редакции вспоминают чаще других. Одна — «дейтериевый чай от В.В.Похлебкина». Легендарный кулинар, автор множества прекрасных книг о еде и напитках, в своем труде, посвященном чаю, допустил следующий пассаж: «В процессе длительного кипячения из воды улетучиваются большие массы водорода и таким путем увеличивается доля так называемой тяжелой воды D₂O, где D — дейтерий... Тяжелая вода, естественно, осаждается внизу любого сосуда — чайника, титана. Поэтому если не вылить остатки кипяченой воды, то при повторном кипячении процент тяжелой воды в данном сосуде еще больше увеличится», вплоть до концентраций, опасных для здоровья человека. Книга «Чай. Его типы, свойства, употребление» была издана в 1968 году, а в № 2 «Химии и жизни» за 1969 год был произведен подсчет. Оказалось, для



того чтобы содержание дейтерия в чайнике повысилось хотя бы в десять раз, в чайник придется долить приблизительно 2×10^{26} г воды, то есть эдак в 300 000 000 раз больше массы Земли... Другое дело, что гадкий вкус воде, долго стоявшей в чайнике, может придавать накипь на стенках, поэтому рекомендации великого кулинара лучше все же последовать. Кстати, в более поздних его книгах о чае «дейтериевого» ляпа уже нет.

Другая история связана как раз с именем великого ученого. Автором крайне нетривиального мифа о воде стал сам Фрэнсис Бэкон, один из родоначальников современного опытного естествознания. В одном из его сочинений говорится, что горячая вода замерзает быстрее, чем холодная. Это мнение получило вторую жизнь после 1969 года. Тогда журнал «Нью сайентист» опубликовал статью об эфиопском мальчике, который сделал удивительное открытие: горячее молоко замерзает быстрее, чем холодное. Был мальчик или нет, неизвестно, но публикация побудила редакторов и читателей «Химии и жизни» ставить опыты и рассуждать. В результате выяснили, что обычно здравый смысл не страдает и холодная вода замерзает быстрее, но при некоторых условиях все происходит наоборот (1970, № 1, 9; 1993, №9; 1994, №11; 2000, №2). Вот только один пример: экспериментатор ставил стаканчики с теплой и холодной водой в морозилку холодильника, покрытую инеем. Горячая вода замерзала быстрее, поскольку стаканчик «протаивал» инеем и быстрее соприкасался с холодным металлом. А при замене стаканчиков рюмками (такова уж специфика российского экспериментирования) «эффект Бэкона» сразу пропадал. По крайней мере, так утверждал автор эксперимента И.И.Гольдфайн (2000, № 2). Кому интересно, может проверить.

До новых встреч в следующих номерах!

**Е.Котина,
М.Рачковский**



ISSN 1727-5903
9 771727 590006



THE
MAGAZINE
OF
THE
INTERNATIONAL
ASSOCIATION
OF
PROFESSIONAL
PHYSIOTHERAPISTS

ISSN 1727-5903
9 771727 590006

PHYSIOTHERAPY
FOR
CHILDREN
WITH
NEUROLOGICAL
DISORDERS

THE
MAGAZINE
OF
THE
INTERNATIONAL
ASSOCIATION
OF
PROFESSIONAL
PHYSIOTHERAPISTS

ISSN 1727-5903
9 771727 590006

