



Ж

12

2006

ХИМИЯ И ФИЗИКА







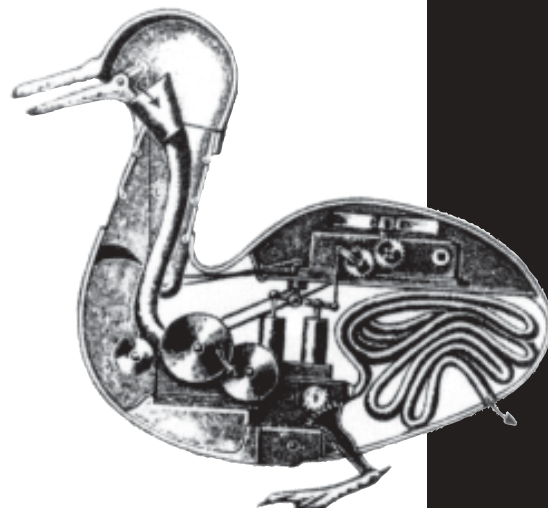
*Эксперимент должен быть
воспроизводимым,
то есть терпеть неудачу
одним и тем же способом.*

*Принцип
воспроизводимости.*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье «Новая химия?»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Джакомо да Эмполи «Купание Сусанны». Девушкам тепло,
и они не думают о том, каким законам подчиняется
замерзание воды. А может быть, горячая вода все-таки
превращается в лед быстрее холодной? Об этом читайте
в статье Филипа Болла «Глядя в замерзшую воду».*





Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р. Г. Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 29.11.2006

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

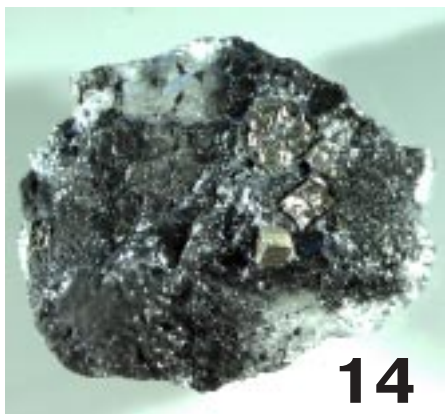
<http://www.hij.ru>;
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться

на сайтах:
<http://www.hij.ru>
<http://esmi.subscribe.ru>
<http://www.new-press.ru>

© АНО Центр «НаукаПресс»



14

Оказывается, шунгит способен
в считанные часы расправиться
с ядовитым гептилом, который
проливается на землю после
каждого полета в космос.

26

Коньячные спирты и космическая
биология, фотосинтез и витаминные
концентраты для фронта — вехи
научного пути Н. М. Сисакаяна.
«Это трепещущий человек с учащенным
пульсом», — говорил о нем А. Н. Бах.

Химия и жизнь — XXI век



ИНФОРМНАУКА

«КРАСИВОЕ ЕСТЬ ПОЛЕЗНОЕ»	4
КАК ВЫРАСТИТЬ СОСУДЫ	4
МОЛОЧНАЯ АПТЕКА	5

ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Л. Н. Стрельникова СЛОВО О ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ	9
--	---

ТЕХНОЛОГИЯ

О. О. Максименко ПОБЕДА ШУНГИТА НАД ГЕПТИЛОМ	14
--	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

В. В. Благутина НОВАЯ ХИМИЯ?	16
--	----

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

И. А. Сокальский ЗРИТЕЛИ: ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПРОШЛОГО	22
---	----

ПОРТРЕТЫ

М. Б. Литвинов ВОСХОЖДЕНИЕ	26
--	----

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

В. В. Вельков АТЕРОСКЛЕРОЗ: АРТИЛЛЕРИЯ БЬЕТ ПО СВОИМ	31
--	----

ТЕХНОЛОГИИ

Л. А. Ашкинази В ОДНУ ТЕЛЕГУ ВПРЯЧЬ ВОЗМОЖНО...	38
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В. В. Бражкин ТАЙНАЯ МЕТАСТАБИЛЬНОСТЬ	42
---	----

КОММЕНТАРИЙ

И. А. Леенсон МЕТАСТАБИЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА	44
---	----



«Плохой» холестерин — это не молекула, а прежде всего упаковка.

48

Карликовый шимпанзе Канзи не только сам выучился использовать значки-лексиграммы вместо слов, но и начал понимать человеческую речь.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

З.А. Зорина, А.А. Смирнова

МОГУТ ЛИ ШИМПАНЗЕ ПОНИМАТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКУЮ РЕЧЬ 48

ИНФОРМНАУКА

ПАУТИНА В ПРОБИРКЕ 54

НАНОАВТОМОБИЛЬ 54

ВОЛШЕБНЫЙ ГОРШОК 55

РАССЛЕДОВАНИЕ

Филип Болл

ГЛЯДЯ В ЗАМЕРЗШУЮ ВОДУ 56

НОУ-ХАУ

С.В. Ефимов

ЛЕДЯНАЯ ОСОБЕННОСТЬ РУССКОЙ ВОДКИ 58

РАССЛЕДОВАНИЕ

С.М. Комаров

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ ВОДКИ 59

РАЗМЫШЛЕНИЯ

А.Ю. Закгейм

ЗАЧЕМ ХИМИКУ ИСКУССТВО 60

ФАНТАСТИКА

Юрий Юрт

МЕДВЕДИНОЕ ОЗЕРО 65

УКАЗАТЕЛЬ

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 2006 ГОДУ 67

КСТАТИ О ПТИЧКАХ

О. Волошина

ИСКОПАЕМЫЕ ИСПОЛИНЫ 72

ИНФОРМАЦИЯ 6, 7, 37, 67

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 20

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 46

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72



В номере

4, 54

ИНФОРМНАУКА

Про то, зачем нужны красивые ландшафты, про выращивание кровеносных сосудов и лекарственные вещества в коровьем молоке, про биотехнологический аналог натуральной паутины и горшок, который сам поливает цветок.

16

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Почему Нобелевская премия по химии достается биохимикам и молекулярным биологам? Потому, что кандидатов выдвигают лауреаты прошлых лет — тоже биохимики, или потому, что достижения биохимии впечатляют больше, чем успехи «традиционной» химии? Есть ли сегодня среди химиков, чьи исследования не связаны с науками о жизни, достойные высочайшей научной премии?

22

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

Галилей на Пизанской башне, Кавендиш с его металлическими шарами, Ньютон, помещающий стеклянную призму на пути солнечного луча... Десять самых красивых экспериментов, которые помогли физикам понять устройство мира, проложив логические цепочки от видимого к невидимому.

56

РАССЛЕДОВАНИЕ

«Детский» вопрос танзанийского школьника Эраста Мпемба до сих пор остается предметом споров: бывает ли так, что горячая вода замерзает быстрее холодной?

72

КСТАТИ О ПТИЧКАХ

Одному из видов вымершей новозеландской птицы моа ученые дали гордое имя — широкобексрыл слононогий. Этот вид, как, возможно, и другие моа, был добычей гигантского орла...

ИнформНаука

экология

«Красивое есть полезное»

Российские экологи обеспокоены состоянием природных ландшафтов. В головах большинства россиян до сих пор не укладывается, что кусочек нетронутой природы приносит огромную экономическую пользу. Пытаясь распахать или застроить любой клочок земли, мы теряем гораздо больше, чем приобретаем. Еще Сократ утверждал: «Красивое есть полезное». Красивый ландшафт имеет огромную экономическую ценность, поэтому его надо беречь. В этом уверены специалисты из Научного совета по изучению и охране культурного и природного наследия, Института почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, Института экологии Волжского бассейна РАН, Института степи УрО РАН, Отделения биологических наук РАН и Института географии РАН.

В результате деятельности человека ландшафты нашей страны утратили природную гармонию и эстетику. Между тем красота ландшафта — экономическая категория. Гармоничный пейзаж оказывает на человека положительное эмоциональное, психологическое и биохимическое воздействие, тогда как обезображенный — угнетает и вызывает раздражение.

Ученые считают, что главный природный ресурс России — ее природное разнообразие. По мнению мировых экономистов, сохранение биологического разнообразия и инвестирование охраны живой природы — дело экономически выгодное. Уникальные ландшафты должны стать заповедными, но хозяйственники и чиновники всеми силами противились и противятся созданию особо охраняемых природных территорий. После 2000 г. создание заповедников в нашей стране совсем заглохло.

Огромное разнообразие ландшафтов страны (8 природных зон, крупнейшие в мире реки и озера, моря, болота, горные массивы), занимающее одну восьмую континентальной части плане-

ты и составляющее неотъемлемую часть природного наследия, довольно скудно представлено в виде особо охраняемых территорий. Доля заповедных площадей колеблется от 0,6% в Приволжском федеральном округе до 3,1% в Сибирском. Причем чем интенсивнее освоен регион, тем меньше охраняемая площадь. Однако правильнее было бы иметь обратную пропорцию. Густонаселенные регионы России должны защищать свое природное наследие самым активным образом. По мировым стандартам площадь особо охраняемых природных территорий здесь должна составлять не менее 15%.

Чтобы формирование заповедного фонда в нашей стране шло успешно, ученые предлагают оптимизировать режимы природопользования на охраняемых территориях. Так, если в заповеднике сохранились копытные животные, человеку не следует там хозяйничать. Если же в степной или лесостепной зоне копытных нет, там можно и даже нужно косить, а еще лучше — пасти скот, не бесконтрольно, конечно. Многие природные ландшафты утратили свой первозданный вид и сохранились лишь фрагментарно. Эти разрозненные целые кусочки можно соединить экологическими коридорами. Кстати, степное землепользование создало свои уникальные ландшафты, которые исчезнут, если хозяйствование в этих местах прекратится. Такие хозяйственные ландшафты тоже необходимо сберечь. Выходом может стать создание в сельскохозяйственных районах мелких заповедников, объединенных в единую сеть.

В охране нуждаются не только животные и растения. Экологи говорят о необходимости создания почвенных заповедников. Еще одна новая форма природных резерватов — пасторальные (пастбищные) заповедники площадью от 10 до 30 тыс. га. Они будут способствовать сохранению травяных экосистем и возродят табунное коневодство. А есть еще историко-культурные ландшафты, особые объекты, имеющие одновременно и природную, и культурную ценность, такие, например, как природно-ландшафтный заповедник «Коломенское» или Измайловский парк. Необходимо охранять среду обитания коренных народов Севера, ибо их образ жизни неразрывно связан с этой средой.



Любые научные мероприятия будут тщетными, если не сформировать в гражданском сознании россиян уважения и бережного отношения к культурному и природному наследию. А для этого надо постараться, чтобы создание новых заповедников не ущемляло интересов местных жителей.

В начале 90-х годов российские ученые подготовили Закон о национальном ландшафте России. Его проект со всеми согласованиями сгорел во время известных событий в здании Верховного Совета РФ. Теперь пришло время все-таки принять этот закон.

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Как вырастить сосуды

Чтобы восстановить кровоснабжение пострадавших от ишемии тканей, специалисты Российского кардиологического НПК Росздравва и Факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В.Ломоносова планируют использовать генную и клеточную терапию. Возможно, к наилучшему результату приведет сочетание обоих методов. Часть исследований российской ученые провели совместно с Центром сосудистой биологии и медицины университета Индианы (США). Их работу поддерживают РФФИ, CRDF и Федеральная целевая научно-техническая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники».

Люди часто страдают от ишемических заболеваний сердца и ног, вызванных сужением просвета сосудов. Значительной части таких больных не помогают ни операции, ни лекарства. Им можно помочь лишь одним способом: вырастить в пораженной ткани новые кровеносные сосуды. На рост сосудов влияет множество



разных факторов. Среди них ученые пытаются отыскать такие, которые лучше всего стимулируют образование сосудов.

Внимание российских исследователей привлекла урокиназа. Без этого фермента ни один фактор роста не сможет вызвать образование новых сосудов. Урокиназа высвобождает множество факторов, необходимых для деления и перемещения клеток, образующих сосудов. Этот фермент расчищает место, которое требуется для движения клеток к месту будущего сосуда, и определяет направление движения. Исследователи предположили, что ишемизированные ткани содержат мало урокиназы и потому не могут самостоятельно восстановить нарушенное кровоснабжение.

Ученые вводили ген урокиназы прямо в ишемизированный миокард крыс и мышцы мышинной лапки. На новом месте ген работает недели две. Его активность стимулирует образование и рост новых сосудов, ускоряет восстановление кровотока в конечности, уменьшает размер постинфарктного рубца и препятствует образованию тромбов в сосудах. Исследователи отмечают, что генная терапия урокиназой не вызывает побочных действий и даже смягчает негативные эффекты, вызванные введением других ростовых факторов.

Другое средство, на которое исследователи возлагают большие надежды, это стромальные клетки жировой ткани (СКЖТ). Эти клетки быстро делятся и могут дать начало разным типам специализированных клеток, в том числе клеткам сосудистой стенки. Кроме того, СКЖТ выделяют множество ростовых факторов, стимулирующих образование сосудов. Получение этих клеток безболезненно и не связано с этическими проблемами, в отличие от получения эмбриональных стволовых клеток. Жировую ткань часто удаляют при липосакции и косметических операциях. В принципе пациент может стать донором СКЖТ для самого себя.

Ученые вводили культивированные клетки в околоинфарктную зону подопытных крыс или в хвостовую вену мышам с поврежденной бедренной артерией. В искаленной конечности клетки в несколько раз ускорили рост сосудов, а большое сердце защитили от последствий инфаркта, восстановили его функцию. К сожалению, со временем их эффект ослабевает.

Конечно, новые методы лечения ишемии еще нельзя рекомендовать для клинического использования. Слишком много неприятных сюрпризов они могут пре-

поднести. Так, ученых смущает способность СКЖТ давать начало разным типам клеток. Образование мышечной ткани и новых сосудов в ишемизированных органах вполне уместно. Но вдруг часть клеток начнет формировать в сердечной мышце жировую прослойку?

Пока ученые рассматривают стромальные клетки жировой ткани и ген урокиназы как перспективные инструменты для восстановления сосудов. Возможно, наилучшие результаты даст сочетание генной терапии урокиназой с клеточной терапией СКЖТ.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Молочная аптека

Сбывается мечта биотехнологов. После одного укола в вымя дойное животное начнет производить лекарственный белок. Производителем останется только выделить его из молока. Во Всероссийском государственном НИИ животноводства получили трансгенных животных, которые доятся белками, участвующими в кроветворении. Но это не простые трансгенные животные, а соматические: у них трансген присутствует не в каждой клеточке тела, а только в том органе, где должен работать, — в вымени. Работы в этой области финансируют программа Президента РФ по поддержке научных школ и Федеральное агентство по науке и инновациям (natavolkova@inbox.ru, n_zinovieva@mail.ru)

Использование трансгенных сельскохозяйственных животных в качестве био-реакторов сулит большие выгоды для фармацевтической промышленности. Но традиционный метод их получения, при котором ДНК вводят непосредственно в оплодотворенную яйцеклетку, неэффективен. Только 1% из пересаженных эмбрионов оказывается трансгенным, и лишь 60% трансгенных животных дают хоть какое-то количество нужного белка. Причем кто именно и сколько даст белка, выяснится через несколько лет после введения ДНК, когда трансгенная яйцеклетка превратится в животное соответствующего возраста. К счастью, есть менее долгий и недорогой способ переноса генов — нужный ген вводят непосредственно в молочную железу коровы, козы или свиньи.

Конечно, и этот метод достаточно хлопотный. Сначала надо встроить нужный

ген в геном ретровируса, а вирусную ДНК ввести в клеточную культуру. Ретровирусы обладают очень ценным для генных инженеров свойством: чтобы выжить в клетке, они обязательно должны встроить свою ДНК в ее хромосому. Клетки размножаются и производят новые вирусные частицы, а когда их вводят в молочную железу, вирусные частицы проникают в клетки железы и встраивают свою ДНК в клеточный геном. Таким образом, клетки молочной железы получают нужный ген и начинают производить вместе с молоком полезный белок.

Работу по созданию соматических трансгенных животных ученые начали несколько лет назад. Они работали с генами двух белков, которые участвуют в созревании клеток крови: эрит-



ропозетина и гранулоцит-колониестимулирующего фактора. Максимальные концентрации этих белков в молоке составили около 1000 и 200 нг/мл соответственно. Но современные технологии позволяют выделять белки из молока при концентрации в десять раз меньшей (всего 25 нг/мл). Практически все подопытные животные синтезировали нужные белки в течение всего времени лактации.

Однако количество белка в молоке меняется день ото дня. Первая треть лактации более продуктивна, чем две последующие. Исследователи установили, что для максимальной продукции белков генные конструкции надо вводить в молочную железу коровам на 4–6-й месяц беременности, козам — на 4–5-й, свиньям — в последнюю треть беременности. Максимальной продукции белков экспериментаторы добились у коровы, зато в молоке коз и свиноматок оказалась выше их средняя концентрация.

По мнению исследователей, они разработали технологию, которая позволяет вырабатывать наибольшее количество промышленно важного белка в молоке животного по сравнению с другими методами переноса генов. Хотя трансгенные животные, полученные таким методом, и не передают новый ген потомкам, зато сами они эффективно производят биологически активные белки в нужных масштабах.



СИСТЕМА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА



КАПЕЛЬ®

ПЕРВАЯ
СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМАЯ
В СТРАНАХ СНГ



Анализ объектов окружающей среды

- Почвы (подвижные формы Co, Cu, Ni, Zn; водорастворимые формы анионов)
- Природные, питьевые и сточные воды (бромид, иодид и другие неорганические и органические анионы и катионы)



Контроль качества пищевой продукции и продовольственного сырья

- Минеральная и бутылированная вода (неорганические катионы и анионы)
- Напитки и соки (неорганические катионы и анионы, консерванты, органические кислоты, подсластители, синтетические красители, антиоксиданты, витамины, углеводы)
- Вина, коньяки и коньячные спирты, водки (неорганические катионы и анионы, органические кислоты, ароматические альдегиды, аминокислоты, синтетические красители, консерванты)
- Пиво (неорганические катионы и анионы, органические кислоты, горькие пивные кислоты, аминокислоты, амины, витамины, консерванты, синтетические красители)
- Чай, кофе (кофеин, катехины)
- Пищевые продукты (аминокислоты, синтетические красители, органические кислоты, амины, белки)



Фармацевтика

- Технологический контроль и анализ готовых лекарственных форм
- Разделение оптических изомеров



Клиническая биохимия

- Определение неорганических катионов и анионов, аминокислот, белков в биологических жидкостях
- Определение фармакокинетики лекарственных препаратов



Криминалистическая экспертиза

- Обнаружение остаточных количеств взрывчатых веществ
- Анализ наркотических средств



Химическая промышленность

- Технологический контроль
- Определение состава сырья и полупродуктов

Разработано и сделано
в России

Центральный офис "ЛЮМЭКС"

190005, Санкт-Петербург, Московский пр., 19
Тел.: (812) 718-5390, 718-5391
Факс: (812) 316-6538
E-mail: lumex@lumex.ru

"ЛЮМЭКС-ЦЕНТРУМ"

127018, Москва, Сушевский вал, 47, оф. 27
Тел.: (495) 232-4470, 232-4471,
232-4472, 232-4474
E-mail: byl@lumex.ru

Сок?

Приходилось ли вам выжимать сок из плодов своего сада? Когда вы берете яблоки, совсем не такие крупные, красивые и блестящие, как в магазине, режете их, кладете в соковыжималку... Можно захлебнуться от аромата этой вязкой жидкости невзрачного цвета. Она совсем не похожа на ту, что называется соком в банках и пакетах.

В чем же разница? Где эти 10 отличий и есть ли шанс найти в магазине что-то похожее? Как ни печально, но сок из бабушкиного сада вы найдете, только навестив знакомую бабушку.

Почему же подобные соки не продаются в магазинах? Дело не обязательно в недобросовестности производителей. Причины тут скорее коммерческие и санитарные. Сок должен храниться, и чем дольше, тем выгоднее его производить; кроме того, он должен быть красивым, с приятным запахом и вкусом, содержать полезные вещества, и, наконец, его цена не должна быть слишком высокой.

В результате никуда не деться ни от дополнительной обработки сока, ни от добавок — красителей, ароматизаторов, консервантов, подсластителей, витаминов и т. д. Конечно, вероятность аллергии от такого напитка на порядок больше. Однако нужно различать необходимые добавки, повышающие качество (разрешенные консерванты, витамины), невинные хитрости, улучшающие органолептические свойства (разрешенные красители, подсластители и ароматизаторы) и прямую фальсификацию, когда в лучшем случае основу гранатового сока составляет более дешевый яблочный.

Можно ли в магазине определить, натурален ли сок в пакете или в бутылке? Увы, нельзя! А в лаборатории?

А в лаборатории можно. Уже известны составляющие и натурального сока, и магазинного. Давно разработаны Санитарные правила и нормы (СанПиН), где оговорены нормативы допустимых содержания различных компонентов, но методы определения этих компонентов часто трудоемки, рассчитаны на дорогие реактивы и требуют немалого времени.

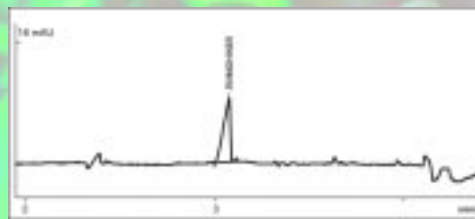
Теперь появился новый инструмент, позволяющий за 10–20 минут получить информацию о содержании в напитке органических кислот и неорганических ионов, а также консервантов, красителей, витаминов и т. д.

Методу, с помощью которого это стало возможно, — капиллярному электрофорезу — в этом году исполнилось четверть века. Хотя физические основы этого метода известны уже более ста лет, только в последние десятилетия удалось решить технологические проблемы и наладить выпуск приборов, решающих задачи потребителя.

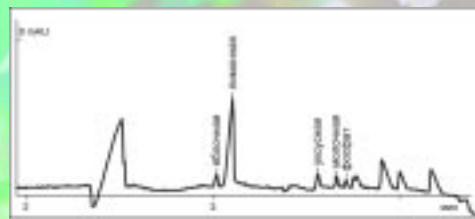
Суть метода капиллярного электрофореза заключается в следующем: пробу вводят в заполненный буферным раствором капилляр и на эту систему воздействуют электрическим полем, в котором различные компоненты движутся к детектору с разной скоростью. Результат анализа — электрофореграммы (см. рисунки). По времени выхода пика идентифицируется компонент, а по площади — оценивается его концентрация. Естественно, все расчеты производит компьютер. Метод подобен высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), хотя и основан на ином принципе разделения.

С помощью капиллярного электрофореза можно анализировать соки на содержание:

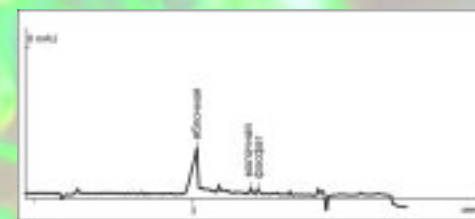
- органических кислот (по их соотношению можно быстро сделать вывод о натуральности сока);
- аминокислот (по аминокислотному составу можно идентифицировать сырье);
- моносахаров (нарушение соотношения глюкозы, фруктозы и сахарозы может говорить либо о добавлении сахара, либо о разложении глюкозы в процессе брожения);



1 Анализ свежего сока, выжатого из помидора. Как ни удивительно, основная органическая кислота в нем — лимонная



2 Томатный сок из магазина. В нем, кроме лимонной, появляются яблочная и молочная кислоты, то есть следы более дешевого яблочного сока (рис. 3). Кстати, если бы сок был из Испании, то в качестве разбавителя использовали бы сок испанских «яблок» — апельсинов



3 Яблочный сок из магазина



ИНФОРМАЦИЯ

- консервантов, например сорбиновой и бензойной кислоты (последняя может быть только в натуральном соке клюквы, брусники и морошки, а в остальных случаях это будет искусственная добавка);
- красителей (так, во многих соках красный цвет обеспечивают синтетические красители «Кармуазин» и «Понсо», правда, через месяц кetchup, сделанный из такого томатного сырья, может стать бурым.);
- витаминов (в том числе аскорбиновой кислоты, которая несет дополнительную функцию антиоксиданта);
- подсластителей (они вводятся в диетические напитки и имеют только синтетическую природу);
- нитратов (их избыток может свидетельствовать о добавлении в сок водопроводной воды).

Имея комплексную картину состава напитка, можно оценить степень его близости к натуральному и опасность для человека.

Примечательные особенности капиллярного электрофореза — минимальная пробоподготовка (в случае сока достаточно фильтрация и дегазирования), малый расход реактивов (несколько миллилитров в день) и низкая стоимость расходных материалов. При этом компоненты разделяются на 1–2 порядка эффективнее, чем в наиболее близком методе — ВЭЖХ.

Итак, налицо система нормативов и удобный инструмент для работы. Системы капиллярного электрофореза «Капель», выпускаемые Санкт-Петербургской приборостроительной компанией «Люмэкс», уже применяют в лабораториях для контроля состава напитков.

Такое удачное сочетание прибора и метода позволяет контролирующим организациям своевременно выявлять недобросовестных производителей соков, добросовестным производителям — быстро контролировать и свое производство, и своих поставщиков, а нам, потребителям, — надеяться, что все больше соков на прилавках магазинов будет походять на тот, из бабушкиного сада.

Более строгое и конкретное изложение возможностей метода вы найдете на сайте НПФ АП «Люмэкс» www.lumtex.ru, где выложена электронная версия книги Н.В. Комаровой и Я.С. Каменцева «Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель».

Е. Г. Долбиева



Слово о глобальном потеплении

Статья подготовлена по материалам бесед главного редактора Любови Стрельниковой с западными специалистами.



ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

Климат разогрелся и разбушевался. Аномально жаркое лето в Европе в 2003 году, унесшее 35 тысяч жизней, наводнения, ураганы, засухи... О глобальном потеплении сегодня много говорят. Кто-то считает ажиотаж необоснованным, кто-то полагает, что тревога оправданна и своевременна. Однако никто уже не отрицает сам факт глобального потепления. Ученые расходятся лишь в трактовке его причин. И остаются вопросы: «Что это – закономерность или аномалия?» и, разумеется, «Что делать?» Чтобы найти ответы, нам предстоит долгий разговор, который мы начинаем сегодня. Для начала мы хотим познакомить читателей с точкой зрения западных ученых и специалистов. Страны Европы и США испытывают на себе болезненные последствия изменения климата в большей мере, чем Россия. Поэтому западные специалисты очень активно изучают глобальное потепление. Расходясь в причинах и оценках, они единодушны в одном: надо действовать и немедленно.

Джеффри С. Боултон: «Чтобы узнать будущее, надо заглянуть в прошлое»

Этой осенью в Россию по приглашению Британского совета приезжал Джеффри Стюарт Боултон, профессор геологии и минералогии геологического факультета Университета Эдинбурга. Выступая в разных городах, он рассказывал о том, что будет с климатом, а значит, и с нами в ближайшие десятилетия. Мнение профессора Боултона – это мнение профессионала, который многие годы изучает историю климата Земли. Причем изучает не только теоретически, но и в экспедициях на Шпицберген, в экспериментах по анализу ледовых кернов из разных уголков планеты, в аэрокосмическом мониторинге поверхности Земли. Так что же думает профессор Боултон по поводу будущего климата и глобального потепления?

Чтобы узнать будущее, надо заглянуть в прошлое. Так 200 лет назад рассуждал известный шотландский геолог Джеймс Хаттон, придумавший термин «глубокое время», или «глубокое прошлое». Оно действительно

глубокое, ведь возраст Земли – около 4 миллиардов лет. И кажется, что все самые страшные геологические катаклизмы наша планета уже пережила и успокоилась, а нам выпало жить в стабильное время. Но это не так: глубокие геологические изменения происходят вокруг нас и сейчас, подчиняясь глобальным ритмам.

В этом легко убедиться, если исследовать климат прошлого. За каждые 20 тысяч лет на дне океана накапливается метровый слой ила. Если пробурить в нем двухсотметровую скважину, то мы проникнем в прошлое на четыре миллиона лет. Именно это и сделали британские ученые, которые извлекли двухсотметровый столбик-кern (цилиндрическую колонку породы) из скважины в середине Атлантического океана. В их руках оказалась своего рода лента времени, каждый отрезок которой хранит память о климате на Земле в определенный период. В керне содержатся окаменевшие микроорганизмы, которые плавали в океане в доисторическую эпоху. По химическому составу их оболочки можно судить о солености и температуре океанской воды. И то, и другое характеризует климат прошлых вре-

мен. Когда жарко, вода океана интенсивно испаряется и соленость в нем повышается. В холодные времена все происходит наоборот.

Такие же надежные свидетели прошлого – ледяные керны, полученные при бурении ледников в Антарктиде, например, на российской станции «Восток». Пузырьки воздуха в ледяном керне удерживаются между кристалликами льда. Они хранят химический отпечаток атмосферы прошлых лет. Так ученые выяснили, как менялось во времени содержание углекислого газа и метана в атмосфере

Если обобщить все эти данные, картина получится такая. За последние 400 тысяч лет климат на Земле менялся от жаркого к холодному четыре раза, причем со строгой периодичностью (циклическостью) – каждые 100 тысяч лет. Внутри этого большого, глобального цикла укладываются более мелкие, с периодичностью 20 и 40 тысяч лет. Эти циклы формирует движение Земли вокруг Солнца. Орбита нашей планеты не постоянна – меняются ее эллиптичность, угол наклона земной оси, расстояние до Солнца. Эти изменения влияют на количество солнечной энергии, достигающей Земли.

Однако вариации земной орбиты могут изменить температуру на Земле между холодными (ледниковыми) и теплыми периодами всего на 0,5 градусов. На деле же эта разница составляет 5 градусов, то есть в 10 раз больше. Потому что температуру на Земле контролируют парниковые газы – продукт дыхания океана.

Графики, показывающие изменение температуры на Земле, а также изменение концентрации CO₂ и метана, практически совпадают. Причем периоды с холодным климатом, ледниковые, в 8–10 раз длиннее, чем теплые. Сейчас Земля находится на верхушке очередного пика потепления. Казалось бы, скоро должно начаться новое похолодание. Однако вопреки глобальному циклу концентрация углекислого газа в атмосфере и температура на Земле неустанно ползут вверх.



Британские ученые уверены, что причина – в деятельности человека. Сжигание угля, газа и нефти обогащает атмосферу углекислым газом, который создает парниковый эффект и разогревает Землю. Концентрация CO_2 в атмосфере сегодня – самая высокая за последние 30 миллионов лет. А выбросы CO_2 возросли в тысячу раз по сравнению с 1850 годом. Положение усугубляют еще три десятка веществ, включая метан и водяной пар, которые также вносят свой вклад в парниковый эффект. В результате за последние 50 лет среднегодовая температура на планете возросла на 0,7 градуса. Это много. Расчеты по разным моделям показывают, что, преодолев барьер в два градуса, мы попадем в ситуацию, не поддающуюся контролю.

Чем так страшно глобальное потепление? Прежде всего – ростом уровня воды в океане. Для прибрежных территорий это катастрофа. Тридцать пять лет назад под Лондоном на Темзе построили специальные шлю-

зы, чтобы защитить город от наводнений. И если в прошлые годы шлюзы пускали в ход один-два раза в год, то в прошлом году ими воспользовались двадцать восемь раз! Профессор Боултон считает, что проблема наводнений скоро обострится и для Санкт-Петербурга, поэтому надо торопиться с дамбой.

Уровень Мирового океана повышается не только из-за расширения воды, которая разогревается, но и из-за таяния ледников. Вклад последнего фактора сегодня значительно больше. За таянием льдов Гренландии и Антарктиды ученые наблюдают из космоса и убеждаются, что процесс набирает обороты. Если он будет продолжаться в том же темпе, то к 2030 году растает треть льдов Гренландии. В Северном Ледовитом океане через 90 лет льда может вообще не остаться. А это гигантские массивы воды. Растаявшая Гренландия поднимет уровень Мирового океана на шесть метров. А если Антарктида лишится льда, то уровень под-

нимется еще на пятнадцать метров.

Кроме того, тают и ледники в горах. Многолетние наблюдения за Гималаями со спутников показывают, как с каждым годом ледник уменьшается в размерах. К середине нашего века лед в Гималаях может исчезнуть вовсе. Для жителей Индии, Пакистана и Бангладеш это плохая новость. Ведь ледники Гималаев питают главные артерии Южной Азии – Инд, Ганг и Брахмапутру. Если не станет горных ледников, сток рек может уменьшиться почти на треть со всеми вытекающими социальными и экономическими последствиями. Как видим, глобальное потепление – это мощный системный фактор, который будет влиять на экономику и нашу жизнь в самых разных сферах.

Все ученые мира, кто серьезно и активно изучает изменения климата, не сомневаются, что в потеплении преобладает антропогенный вклад. И это не только британская идея. Периодически в научной печати появ-



ляются рассуждения о разных природных явлениях, которые якобы могут легко перекрыть парниковый эффект. Однако почти все эти идеи терпят неудачу. И было бы большой ошибкой для человечества продолжать жить в придуманном мире, игнорируя факты. Глобальное потепление – это не предсказание будущего. Это то, что происходит уже сейчас на Земле. Думаю, что цена нашего бездействия будет гораздо выше, чем цена, которую надо заплатить за немедленные действия.

Главное, с чего следует начать, – это сократить выбросы CO_2 . Причем делать это надо всем странам сообща. Ведь молекула CO_2 , попав в атмосферу, живет в ней 100 лет, так что потребуются немалое время, чтобы атмосфера восстановилась. И меры, предусмотренные Киотским протоколом, уже явно недостаточны. Британское правительство разрабатывает новую энергетическую стратегию, чтобы уменьшить выброс парниковых газов и стимулировать производство энергии альтернативными способами – из ветра, приливов, биотоплива. Сюда же добавятся меры по изъятию и складированию углекислого газа, который образуется при сжигании угля, а также предпосылки к появлению нового поколения ядерных реакторов. Поскольку сегодня энергию производят частные компании, британское правительство создает экономические инструменты, которые сделают привлекательным и выгодным производство «низкоуглеродной» энергии для частных компаний. Такими инструментами могут быть высокие дополнительные налоги на производство CO_2 . В результате цена на уголь, нефть и газ возрастет и производство энергии альтернативными способами станет более выгодным.

По сути, речь идет о коренной перестройке энергетики. «Но другого выхода нет, – считает профессор Боултон. – Мы в Великобритании поставили цель к 2050 году сократить выбросы углекислого газа на 60%. Если нашему примеру после-

дуют другие страны, то, возможно, удастся сохранить цивилизацию».

«Знаете, у нас, в холодной России, проблема потепления пока не кажется такой животрепещущей. Нам бы обогреть нашу необъятную страну зимой», – заметила я во время интервью с профессором Боултоном. И вот что он мне ответил: «Да, Россия – лишь часть всего мира, но часть неотъемлемая. Поэтому давайте смотреть на проблему шире. Глобальное потепление – это не только рост температуры. Это, возможно, череда климатических и цивилизационных катастроф, которые коснутся всех. Сегодня деятельность человека стала одним из факторов, формирующих климат, причем формирует она его не в лучшую сторону. Мы не свидетели, а активные участники драмы. И действовать мы должны, опираясь на знание. Думаю, для человечества пришло время изменить свое отношение к Земле и со всей ответственностью осознать свою роль в ее судьбе».

Джеймс Коннаутон: «Мы, в отличие от Киотского протокола, преследуем более широкие цели»

В США новая энергетическая стратегия уже действует, хотя страна и не участвует в Киотском протоколе. Вот как объясняет это Джеймс Коннаутон, глава Совета при Белом доме по вопросам окружающей среды, помощник президента США Джорджа Буша по вопросам экологии, природных ресурсов и экологически чистой энергетики: «Чтобы достичь целей, поставленных Киотским протоколом, США пришлось бы перенести значительную часть своих производств в другие страны, где выбросы углекислого газа невелики. Но при этом США потеряет рабочие места, и мы не можем пойти на это. А во-вторых, общие выбросы на планете от этого не уменьшатся. Они уменьшатся только

на территории США, но глобально – нет. Президент Буш поставил задачу к 2012 году снизить темпы роста выбросов на 18%. Но уже сегодня мы вышли на 24%. Это результат вложения сотен миллиардов долларов частным и государственным сектором в более эффективное энергопроизводство». Так что США не отвергают целей Киотского протокола, но предпочитают решать их, руководствуясь национальной идеей в рамках своих государственных программ.

Кстати, выбросы можно оценивать в абсолютных величинах, как это сделано в Киотском протоколе, или в количестве CO_2 на душу населения. А можно оценивать и снижать интенсивность, то есть темпы роста выбросов. По мнению Джеймса Коннаутона, именно интенсивность показывает, насколько эффективны новые технологии и инвестиции в той же энергетике.

Вообще, решения в области охраны окружающей среды и снижения выбросов наужно принимать и выполнять на всех уровнях, от законодательства до монтажа промышленной установки. Оказывается, одно лишь умелое применение разумных законов может сделать очень многое. В 2002 году в США был изменен закон о налогообложении. Новый закон стимулирует крупных потребителей энергетики вкладывать деньги в новое оборудование, которое обеспечивает меньшие выбросы в атмосферу. На деле же закон еще и подтолкнул рост экономики.

В 2000-2003 годы абсолютное значение выбросов в США уменьшилось на 1%. Хотя за это же время население США увеличилось на 9,5 млн. человек, а экономический рост составил 1,45 трлн. долларов, равный всей экономике Китая.

Летом 2005 года в США принят новый закон об энергетике, для выполнения которого потребуется 11 млрд. долларов. Закон стимулирует развитие альтернативных источников энергии (использование ветра, биомассы и пр.). Три миллиарда дол-



ларов будут направлены на получение чистых технологий сжигания угля. Один миллиард пойдет на погашение разницы в ценах при покупке потребителями автомобилей с гибридными электро-бензиновыми двигателями либо дизельными, отвечающими самыми жестким требованиям на выбросы. В рамках этой программы все федеральные здания будут переоборудованы экономичными и чистыми энергоустановками. В результате за 10 лет выбросы в пересчете на CO₂ уменьшатся на 47 млн. тонн. Кстати, сокращение выбросов согласно Киотскому протоколу, к 2012 году должно составить 500 млн. тонн углекислого газа. Но это — суммарно для всех стран КП. А только одна программа США, которая будет проводиться в зданиях и предприятиях, принадлежащих правительству, даст десятую часть этой величины. США также запустили программу по водородной энергетике, в которой участвует 13 стран. А Россия — ведущий партнер Соединенных Штатов в этой программе.

«Мы преследуем более широкие цели, чем те, что оговорены в Киотском протоколе. Например, мы не ограничиваемся только CO₂ и метаном. Есть множество других веществ в выбросах — соединений металлов, серы и азота, — которые плохо влияют на здоровье людей, — рассказывает Джеймс Коннаутон. — Поэтому одна из целей наших программ — улучшение здоровья населения. Кстати, в России внимание государственных ведомств сосредоточено на сокращении выбросов в атмосферу, воду и на обращение с опасными отходами. Мы в США также придерживаемся этих направлений и ожидаем большого прогресса в течение 15 лет».

В следующие 10—15 лет США сократят загрязнение атмосферы энергетическими установками на 70%. В частности, уменьшатся выбросы ртути. Кроме того, будет введено в закон сокращение выбросов дизельными двигателями. К 2007 году на рынке появится новое дизельное топли-

во, в котором будет на 99% меньше сернистых соединений, ответственных за кислотные дожди, и на 90% меньше оксидов азота, вызывающих смог. Новыми дизелями будут оснащены тяжелые грузовики, сельхозтехника, локомотивы, суда и другие транспортные средства. Они появятся не только в США, но и в других странах. 52 млрд. долларов будет вложено со стороны частного сектора в программу по энергоустановкам.

В свои инициативы США вовлекают и другие страны. В 2005 году стартовала партнерская программа азиатско-тихоокеанского сотрудничества по экологически чистому развитию и изменению климата. В программу вошли шесть стран — США, Китай, Индия, Южная Корея, Австралия и Япония, то есть в ней участвует больше половины мировой экономики. Что это — альтернатива Киотскому протоколу? «Нет, это не альтернатива КП, — поясняет Джеймс Коннаутон. — Но мы ставим задачу гораздо шире, например сокращать выбросы в атмосферу не только от энергетики, но и от любых производств, будь то производство цемента или добыча полезных ископаемых. Одна из целей нашей партнерской

программы — создать рынок новых технологий для чистой экономики».

В программу азиатско-тихоокеанского сотрудничества входят страны, подписавшие Киотский протокол, например Япония, а также не подписавшие его — США и Австралия. Россия тоже проявила интерес к партнерству. В США полагают, что сотрудничество будет весьма полезным. «В КП входят 189 стран, тысячи экспертов. Трудно разговаривать с таким множеством собеседников одновременно, — рассказывает Джеймс Коннаутон. — Партнерство шести стран более управляемо и эффективно. К тому же здесь работают не столько эксперты, сколько представители министерств, законодатели».

Конрад Лаутенбахер: «Взять Землю под постоянный контроль поможет международный проект «Система систем»

Помните анекдот про нового русского, который пришел в турагентство выбирать страну для путешествия и в конце концов попросил другой глобус? Наша Земля действительно не так уж велика и комфортна. К тому же 70% ее поверхности занимает океан, откуда на сушу приходят разные беды в виде цунами, ураганов, наводнений. Из-за меняющегося климата катастрофы случаются все чаще. Вот почему за этим необъятным пространством надо постоянно следить. Это трудно в одиночку, но если возьмется всем миром — возможно. Взять планету под постоянный контроль поможет международный проект глобального наблюдения Земли GEOSS «Система систем», нача-



тый по инициативе США. Точнее, по инициативе метеорологического ведомства США – Национальной администрации по океану и атмосфере (NOAA), которую возглавляет вице-адмирал Конрад Лаутенбахер. Работа над этим грандиозным проектом уже началась, но полностью воплотится в жизнь он лишь через 10 лет. Тогда прогнозы природных катастроф будут точны, своевременны и доступны каждому жителю Земли.

Сегодня в арсенале метеорологического ведомства США — более десятка спутников, 18 кораблей, 14 самолетов, причем три из них могут влетать в зону шторма и следить только за тем, как образуются ураганы. Есть несколько суперкомпьютерных центров, которые занимаются моделированием погоды и климата, 66 метеостанций, охватывающие территорию всей страны... Всего в ведомстве около 13 тысяч служащих, а его бюджет — 4 млрд. долларов в год.

Но этого недостаточно, чтобы наблюдать за всей Землей. Нужна глобальная система, которая объединяла бы метеослужбы разных стран и имела бы единый центр информации. Она должна упорядочивать разрозненные данные и круглосуточно, в ежесекундном режиме измерять геофизические параметры атмосферы, океана и суши. В результате будет создана самая полная компьютерная база данных, где сформируется изменчивый образ планеты со всеми течениями, ветрами и рельефами.

Глобальная система GEOSS будет иметь единый центр управления. Однако все ее пользователи объединятся между собой и по горизонтали для свободного обмена данными. Более 60 стран, и Россия в их числе, готовы войти в эту систему вместе со своим техническим арсеналом и специалистами. Конрад Лаутенбахер считает, что технический и научный уровень российских специалистов очень высок. В России, по его мнению, не хватает средств на восстановление и развитие инфра-

структуры метеослужбы. Впрочем, Россия и сегодня активно сотрудничает с США в этой области. В частности, информация с американских спутников уже поступает в нашу метеослужбу в режиме реального времени и бесплатно.

С помощью создаваемой глобальной системы можно будет направлять рыболовецкие суда в то место, где в данный момент больше всего рыбы, предсказывать даты и места вспышек опасных заболеваний, узнавать заранее, какой будет зима в том или ином регионе. И конечно же предупреждать об ураганах и цунами. В последние годы на планете ураганы случаются все чаще — это связано с изменением температуры воды в океане. «Здесь очень важно определять самые незначительные изменения, сотые доли градуса в год, — считает Конрад Лаутенбахер. — А для этого нужны более чувствительные приборы, которые будут размещены на спутниках и на Земле». С помощью GEOSS можно будет предупреждать и о надвигающемся цунами. Если бы такая система существовала два года назад, то жертв разрушительного цунами в Юго-Восточной Азии было бы неизмеримо меньше.

Вообще-то у США есть несколько спутников, которые позволяют измерять колебания уровня океана в пределах нескольких сантиметров. Спутникам удалось зафиксировать индонезийское цунами в 2004 году — тогда впервые волну было видно из космоса. Но, к сожалению, увидели ее уже после того, как она прошла по половине своего пути по Бенгальскому заливу, и не сумели точно определить, где конкретно она обрушится на побережье.

Впрочем, спутники — не лучшее средство наблюдения за цунами. Недавно в США появилась более эффективная технология — система буюв в океане, которые соединены с датчиками давления, расположенными на дне. Ведь цунами возникает в результате резких подвижек в земной коре. Можно сказать, что оно поднимается со дна. Датчик фикси-

рует резко подскочившее давление и посылает звуковой сигнал на буй. Буй переводит сигнал в электромагнитный и посылает на спутник, откуда информация поступает в центр предупреждения.

Пока эта система действует только в Тихом океане, и ею могут пользоваться США, Россия, Япония и другие государства региона — всего 26 стран. «Два года назад, — рассказывает Лаутенбахер, — в океане случилось крупное землетрясение, и мы получили сигнал из космоса о том, что оно может сформировать большую волну, которая направится в сторону Гонолулу. Но датчики точно определили ее размер — волна оказалась небольшой, и мы отменили эвакуацию. Таким образом было сэкономлено много средств. В Индийском океане пока нет буюв, значит, нет и мониторинговой системы по измерению волны. Мы только собираемся передать технологии странам этого региона. Но системы предупреждения, пусть даже самой совершенной, недостаточно — должна быть и система трансляции. Кто-то должен слушать сигналы и предпринимать эффективные действия».

Итак, климат меняется, и мы, сегодняшние обитатели Земли, — свидетели глобального потепления. И независимо от его причин мы должны готовиться к переменам, чтобы защитить себя и цивилизацию. А для этого надо исследовать все возможные сценарии развития событий, причины и следствия — и принимать меры. Об этом мы расскажем в следующих выпусках нашего журнала.



Победа шунгита над гептилом



Заправленная гептилом ракета замерла на старте

Одно из следствий закона Мэрфи гласит: чтобы что-то очистить, надо что-то запачкать; однако можно выпачкать все, ничего при этом не очистив. Похоже, химики из Института физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина, а также 25-го ГосНИИ МО РФ и Всероссийского института минерального сырья имени Н.М.Федорова сумели найти исключение из этого закона. С помощью измельченного в мелкий порошок шунгита они научились очищать почву от страшного яда – гептила, или несимметричного диметилгидразина, а также от продуктов его разложения.

Название этого химического вещества появляется в СМИ после каждого запуска космического корабля с космодрома Байконур. Оно и понятно: топливо в первой и второй ступени ракеты, которая выводит спутник на орбиту, сгорает не полностью и, когда остатки ракеты падают на землю, неизбежно из них проливается.

Количество пролитого топлива не так уж и мало, оно исчисляется сотнями килограмм. Как правило, этого не хватает для того, чтобы сразу же уничтожить жизнь на месте падения. Однако, просачиваясь с водой в глубь почвы, гептил и продукты его разложения добираются до грунтовых вод, вместе с ними легко могут попасть в водопровод и далее в дома местных жителей. С другой стороны, растения, обитающие на зараженной почве, неизбежно вытягивают ядовитые

вещества из почвы. Это плохо сказывается как на самих растениях, так и на прочих участниках пищевой цепи, опять же заканчивая человеком. Защитники окружающей среды считают, что ядовитый гептил за полвека его использования нанес и продолжает наносить при каждом новом запуске ракеты типа «Протон» огромный вред здоровью людей, которые живут в районах падения отработанных ступеней ракет – в Казахстане, на Алтае, в Якутии и в Печорском крае. Тут и врожденные уродства, и повреждения печени, и общее сокращение продолжительности жизни... Впрочем, есть и другая проблема, о которой СМИ не говорят: это лужи гептила, которые появляются во время заправки ракет топливом. Поскольку это делают на одном и том же месте, концентрация вредных веществ там оказывается гораздо выше, чем при падении в случайном районе степи или тайги. И люди, которые работают на космодроме, каждый день подвергают свое здоровье опасности.

Гептил — чрезвычайно реакционноспособное соединение. Попадая в грунт или воду, он взаимодействует с кислородом воздуха и за сутки почти весь разлагается, образуя главным образом нитрозодиметиламин – а он еще более ядовит, чем исходное вещество. Так, если для гептила предельное содержание в воздухе составляет 0,1 мг/м³, а в воде – 0,02 мг/л, то для нитрозодиметилamina — 0,01 мг/м³ и 0,01 мг/л соответственно.

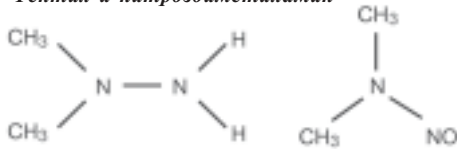
Но это еще не все. При падении ракеты часть гептила, а также продукты его горения разлетается по окрестностям в виде аэрозоля, вызывая дополнительное загрязнение. С аэрозолем, скорее всего, ничего

поделать нельзя, кроме радикального способа – замены ракетного топлива на менее вредное. А вот с земли гептил можно попробовать собрать и уничтожить. Поэтому химики давно ищут методы, которые позволят решить эту проблему без особых трудностей и желательного дешево.

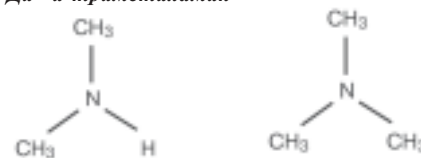
Нельзя сказать, что методов предложено мало. Например, мы писали (см. «Химию и жизнь», 2002, №11) о том, как очищать загрязненные гептилом водоемы с помощью тропического растения — водяного гиацинта. В случае же борьбы с гептилом, что попал на сушу, арсенал методов еще больше. Самый надежный из них – снять верхний слой почвы и промыть его, например, сверхкритическим CO₂. При переходе CO₂ из сверхкритического в газообразное состояние гептил и продукты его разложения будут сами собой выпадать (впрочем, вместе с другими растворимыми при этой процедуре соединениями); их можно будет собрать и как-нибудь аккуратно уничтожить. Установлено, что сверхкритическая вода тоже неплохо смывает гептил с частиц грунта, но неясно, как потом чистить саму промывочную воду. Затем, естественно, грунт возвращают на место. Уже из этого описания видно, что такой способ удаления гептила стоит совсем не дешево. Поэтому на практике используют совсем другой метод: залить поверхность зараженной земли бензином и поджечь. Если сделать это достаточно быстро после падения ступени ракеты, гептил и нитрозамин не успеют загрязнить грунтовые воды. Правда, ядовитые продукты горения рассеиваются по большой площади, а почва оказывается уничтоженной.

Как оказалось, перемолотый шунгит может решить одновременно обе проблемы: и удаление гептила, и его

Гептил и нитрозодиметиламин



Ди- и триметиламин



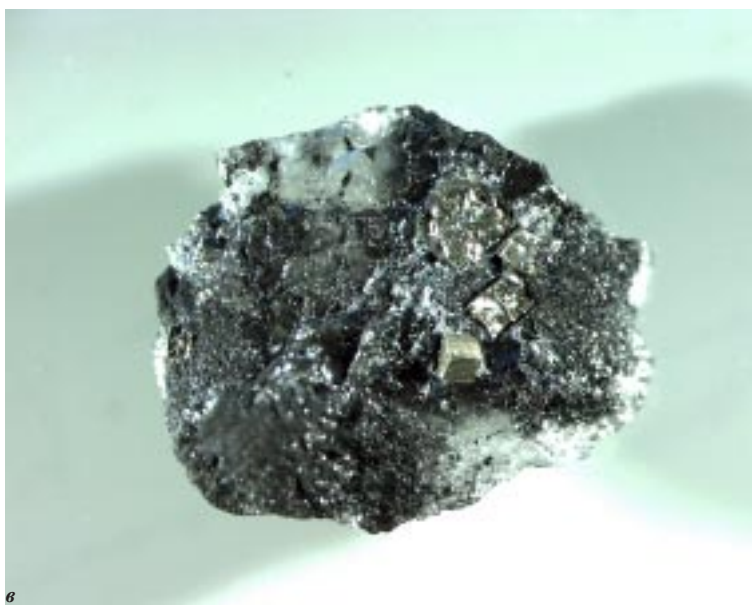


а



б

Обычно шунгитовая порода черная и мелкозернистая (а), однако в ней встречаются и сростки кварца, которые выглядят на фотографии как белые пятна (б), и другие минералы, например кубические образования из пирита (в)



в

превращение в безопасные соединения. При этом почва несколько не страдает и остается такой же плодородной, что и до разлива ядовитого вещества.

«Шунгит — это осадочная порода, состоящая в основном из алюмосиликатного каркаса, углерода и некоторых других элементов, — рассказывает один из авторов работы аспирантка Светлана Голуб. — Углерода в шунгите бывает от 5 до 95%, но в любом случае структура его весьма необычна; она представляет собой нечто среднее между кристаллическим графитом и аморфной сажей. Горят шунгиты плохо, зато служат прекрасными сорбентами. С их помощью, например, можно очищать воду от нефтепродуктов. Поэтому было вполне логично взять шунгит в качестве основы для материала, который собирает пролитый гептил. А потом выяснилось, что помимо способности собирать вредное вещество шунгит обладает еще одним за-

мечательным свойством. Оказавшись на его поверхности, гептил разлагается на составляющие — его молекула как будто рвется на части, и из них, как из элементов конструктора, образуются практически безвредные вещества. Если шунгита много, процесс доходит до конца — гептил превращается в смесь метана, азота и воды. Если же его не хватает, добавляются ди- и триметиламины. Их токсичность в десять раз меньше, чем у гептила. Вообще-то способность шунгита ускорять некоторые реакции известна давно, мы же установили, что он может это проделывать и с гептилом, и с нитрозамином».

Исследования различных видов шунгитов показали, что лучше других разрушает гептил одна из разновидностей шунгита Загоженского месторождения, расположенного на Кольском полуострове. Углерода в нем сравнительно немного — около 35—45%, но именно он отвечает за каталитическую активность. Если из-

влечь из шунгита углерод, то оставшаяся порода никаких способностей к разрушению гептила не проявляет. Так получился новый метод удаления загрязнения после падения ракеты: быстро набросать на землю 5—10 тонн перемолотого в мелкую крупку шунгита. Он соберет весь гептил и сразу же превратит его в безвредные соединения. Во всяком случае, участники проекта уже проводили рекультивацию земель, загрязненных гептилом при заправке ракет, и получили очень хорошие результаты. «Шунгит — не какая-то экзотика, это дешевый материал, производство которого исчисляется многими тоннами. В Казахстане есть свои месторождения шунгита, поэтому не предвидится особых проблем с очисткой почвы по нашей технологии. Главное, чтобы официальные лица Роскосмоса обратили на нее внимание», — говорит Светлана Голуб.

Кандидат
химических наук
О.О.Максименко



Новая химия?

В этом году в очередной раз Нобелевскую премию по химии получил биохимик. Мы решили обратиться к нашим авторам-химикам с двумя вопросами:

- 1) Означает ли это, что химия как наука пришла к своему логическому концу? И вообще, что происходит с химией?
- 2) Назовите химические исследования, которые, с вашей точки зрения, были бы достойны Нобелевской премии.

Р.Хофман,
лауреат
Нобелевской
премии
по химии 1981 года



Лет десять назад Роальд Хофман читал лекцию в Высшем химическом колледже РАН, и наш собеседник, профессор Г.В.Лисичкин, задал ему вопрос, какие направления в химии он считает наиболее важными на тот момент. Не задумываясь, нобелевский лауреат назвал три направления:

- 1) Исследования поверхности. Действительно, не только в химии, но и в биологии границы раздела фаз очень важны — это ключевой момент, когда речь идет о катализаторах, сорбентах, коллоидах, имплантатах, сенсорах и т. д.
- 2) Физические методы исследования.
- 3) Создание искусственных биомо-

лекул. Р.Хофман высказал совершенно нетривиальную мысль: у него нет уверенности, что эволюция в природе шла оптимальным путем и что синтетическим путем нельзя получить более совершенные структуры. Например, ферменты с более высокой активностью.

Сегодня, десять лет спустя, Роальд Хофман так ответил на наши вопросы. Нобелевскую премию дает Шведская академия наук, и решение принимает весьма ограниченное число людей. У них собственное представление о том, что такое химия, которое вовсе не представляет собой результат консенсуса мирового сообщества химиков. Я лично с их мнением не согласен. Например, они решили, что молекулярная биология и биохимия — это часть химии. Поскольку такое решение принято (и пока Шведская академия наук не изменит его), половина, а то и больше Нобелевских пре-

мий по химии уходит и будет «уходить» в биохимию. Впрочем, они достанутся действительно прекрасным работам в этой области, которыми я искренне восхищаюсь.

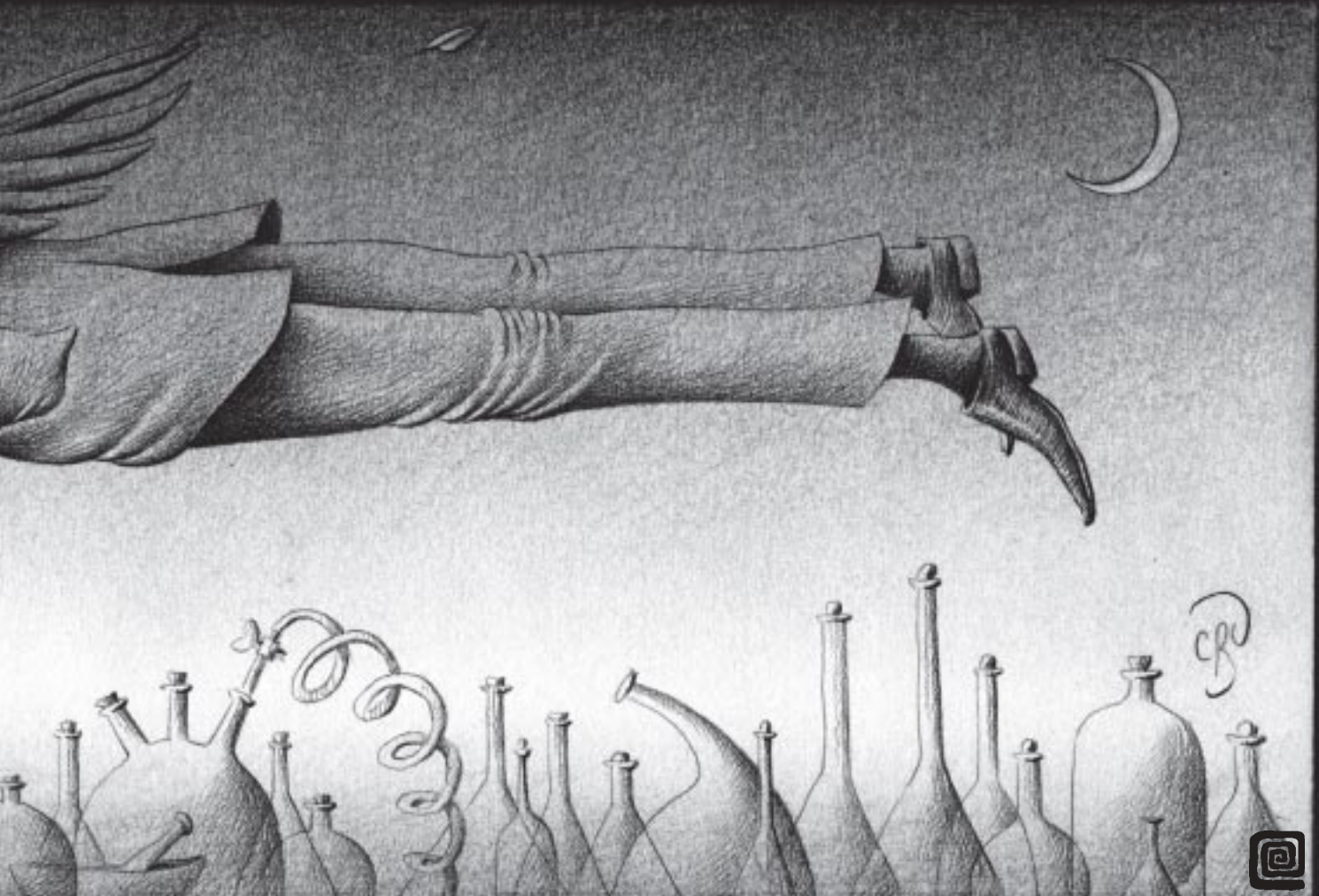
Что касается областей, которые, по моему мнению, достойны Нобелевской премии (фамилии назову только в одном случае), это:

- 1) бионеорганическая химия;
- 2) «зеленая» химия;
- 3) синтетическая неорганическая химия (исследования Ф.А.Коттона, Н.Бартлетта, Ф.Хауторна);
- 4) открытие каталитических антител.



Г.В.Лисичкин,
профессор,
доктор химических наук,
главный редактор
«Российского химического журнала»

Действительно, за последние 50 лет Нобелевские премии по химии 18 раз получали не «чистые» химики, а биохимики и молекулярные биологи. На мой взгляд, это связано с тремя



РАЗМЫШЛЕНИЯ

обстоятельствами. Первое: молекулярная биология – все-таки в значительной мере химия, поэтому принципиальных возражений против присуждения премий биохимикам быть не может, тем более что речь идет о выдающихся научных результатах. Второе: от молекулярной биологии ожидают быстрого решения проблем медицины. Вследствие этого она хорошо финансируется и быстро развивается, ее достижения впечатляют. Третье: все ныне здравствующие лауреаты Нобелевских премий имеют право номинировать кандидатов на эту премию. Понятно, что если среди выдвигающих большинство биохимиков, то и номинировать они будут, скорее всего, своих коллег. Это естественно, они знают предмет, знают людей, поэтому могут сделать выбор более обоснованно.

Конечно, и речи не может быть о том, что химия себя исчерпала. С течением времени количество нерешенных проблем в химии не убывает, а возрастает.

Синтетические методы, как в органической, так и в неорганической химии, достигли высокого совершенства. Химики научились синтезировать весьма сложные соединения, в

том числе природные, координационные, металлоорганические, супрамолекулярные. Свойства синтезированных веществ – их примерно 15 миллионов – систематически изучаются и заносятся в справочники. Но сегодня мы переживаем этап развития химии, когда основной становится обратная задача: каким строением должно обладать вещество, чтобы оно имело нужный набор свойств? Создание химических веществ и материалов с заданными свойствами или с определенной биологической активностью – одна из важнейших целей современной химической науки.

В связи с запросами практики, прежде всего фармакологии, возникло и бурно развивается новое направление – комбинаторная химия. Автоматизированные системы за очень короткое время получают огромное количество соединений (библиотеку) и даже испытывают их активность. Комбинаторная химия работает не только в фармакологии – на наших глазах научные подходы к подбору традиционных гетерогенных катализаторов заменяются чисто эмпирическими, поскольку комбинаторные роботы за считанные дни

синтезируют и устанавливают каталитическую активность нескольких тысяч каталитических композиций. Но это не фундаментальное решение задачи, хотя и очень технологичное, ведь комбинаторная химия лишь ускоряет достижение результата, это только высокоэффективный перебор вариантов. А хотелось бы заранее уметь предсказать структуру и строение веществ, которые надо синтезировать для обеспечения заданных свойств.

Сегодня широко применяют методы исследования количественной связи между структурой веществ и их свойствами или биологической активностью (QSPR/QSAR – Quantitative Structure-Property/Activity Relationships). Бесспорный лидер этого направления в России – академик Н.С.Зефирова. Такие методы основаны на описании структуры химического соединения с помощью набора числовых характеристик – дескрипторов и на построении корреляций между свойствами (активностью) и значениями дескрипторов. Однако речь здесь идет лишь о корреляциях, а не о функциональных связях. Кроме того, бурно развивается еще одно направление создания новых веществ

с конкретной биологической активностью — это моделирование молекулы биомишени и подбор органических молекул, связывающихся с ней оптимальным образом.

Большое будущее ждет компьютерную химию. Уже существуют компьютерные программы и методы, которые позволяют многое просчитать заранее и связать структуры с активностью. Однако необходимы фундаментальные физико-химические теории и закономерности, которые бы связывали свойства со структурой. Задача эта действительно актуальная, поскольку установление закономерности «структура—свойства» важно для любой области химии: неорганики, функциональных материалов, фармацевтической и медицинской химии и т. д. Этой проблемой будут заниматься еще не одно десятилетие, и, я думаю, здесь можно ждать Нобелевских премий.

Есть области химии, которые требуют радикальных решений. Например, проблемы экологии. Ясно, что создать промышленную цивилизацию, не загрязняющую окружающую среду, нельзя, а значит, необходимы научно-технологические решения, способствующие минимизации загрязнения.

Еще одна очень важная задача — это управление скоростями и селективностями химических реакций с помощью физических воздействий: электромагнитных полей, плазмы, радиации, звука и т. п. В этой области разработано очень много, и все же в большинстве случаев решения находят эмпирически. Особый интерес представляет одновременное использование разных воздействий, например СВЧ и ультразвука — таких комбинаций можно придумать много. Но теорий, которые предсказывали бы результат такого комбинированного воздействия — а оно может быть синергическим, — пока нет.

Традиционно актуальное направление — аналитическая химия. Оно было актуально всегда, но сегодня на первый план вышла сенсорика. Человечество вообще вступает в эпоху сенсоризации — мы уже всю пользуемся карточками и электромагнитными сенсорами «свой-чужой». Создание групповых и селективных химических и биосенсоров для всех значимых соединений отчасти завершит некий этап развития аналитики. Очевидно, что такой контроль (химический и биохимический) необходим везде, а значит, и для разработок в этой области будут благоприятные условия.

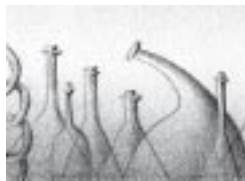
Больших результатов в химии можно ждать от развития физических методов исследования. Всегда появление нового физического метода обеспечивает прорыв в химии. Конечно, может получиться так, что премию за это получают физики, но для химии каждый метод открывает колоссальные перспективы.

И все-таки, по большому счету, открытия непредсказуемы. Не существует формализованных методов, которые позволяют угадать заранее хотя бы область, в которой будет сделано открытие. Этим и интересна наука.

С моей точки зрения, есть несколько российских химиков, уровень научных достижений которых вполне позволяет претендовать на Нобелевскую премию. Упомяну двоих:

— академик Владимир Исаакович Минкин — за его исследования в области синтеза бистабильных молекул. Эти молекулы могут существовать в двух устойчивых состояниях, между которыми возможны обратимые переходы под действием внешнего фактора (например, света). Подобные соединения — основа будущей молекулярной электроники;

— академик Юрий Александрович Золотов — по совокупности работ «за вклад в развитие аналитической химии».



В.В. Лунин,

академик,
декан химического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова

Очередная Нобелевская премия по химии только подтверждает тот факт, что химия становится центром естествознания. Еще в прошлом веке она стала его фундаментальной частью, а сегодня ее роль неизмеримо возросла. Просто пришло время отказаться от узкого взгляда на нашу науку, поскольку она интегрировалась в смежные области — такие, как науки о жизни. Биоорганическая химия, молекулярная биология — это неотъемлемые части химии, которые сегодня становятся более заметными. Присуждение Нобелевской премии по химии за исследование в области биоорганической химии никак не говорит о конце химии как науки. Наоборот, это лишь подтверждает, что химия развивается и выходит на новый уровень.

В России много блестящих химиков, чьи достижения могли бы быть

отмечены Нобелевской премией:

1) Академик Ю.Н.Молин (Новосибирск), Р.З.Сагдеев (Новосибирск) и академик А.Л.Бучаченко (Москва), которые внесли решающий вклад в становление и развитие спиновой химии.

2) Академик Е.Д.Свердлов (Москва), химик по образованию, убежденно и мировоззрению. Он работает в междисциплинарной области — молекулярной генетике, но это та же химия, если говорить о предметах и методах исследования.

3) Академик В.А.Кабанов, который внес выдающийся вклад в создание медицинских полимеров. Очень жаль, что Виктора Александровича уже нет с нами — об этой утрате скорбит все мировое сообщество химиков. Конференции в его память недавно прошли в Американском и Японском химических обществах.



Ю.А.Золотов,

академик, зав. кафедрой аналитической химии МГУ, председатель научного совета РАН по аналитической химии, главный редактор «Журнала аналитической химии»

Границы между химией и смежными науками никогда не были четкими, и это нормально. Напомню, что природа вообще не знает придуманного нами деления на дисциплины. Нобелевские премии по химии получали и физики — Э.Резерфорд, Ф.У.Астон, П.И.Дебай, Э.М.Макмиллан и др. Молекулярная биология — в значительной степени химия, и химики должны гордиться тем, что их наука все шире «простирает руки». Нам надо говорить не об исчерпании химии, а о ее растущей способности решать проблемы других наук.

Нобелевские премии неоднократно присуждали за методы исследования и методы химического анализа. Например, за элементный микроанализ органических веществ, полярографию, варианты хроматографии, радиоиммунологический метод, способы ионизации в масс-спектрометрии и др. Думаю, что премии заслужили и некоторые другие аналитические методы, например атомно-абсорбционная спектрометрия (эти работы не раз представляли на рассмотрение Нобелевскому комитету) или проточно-инжекционный анализ.

Ю.А.Устынюк,

профессор,
доктор химических наук,
зав. лабораторией ЯМР
химического факультета МГУ



Нобелевские премии по химии все чаще присуждают биохимикам и молекулярным биологам не случайно. За этим стоит вполне определенная объективная причина. Химия сейчас переживает очень интересный этап — этап смены парадигмы. В 1956 году Роберт Вудворд писал: «Органический синтез таит в себе вызов и волнение. Он полон приключений. Это большое искусство». Мы восхищались его блестящими многостадийными синтезами стрихнина (1954), резерпина (1958), витамина B₁₂ (1973), которые получили достойную оценку, когда Вудворду присудили Нобелевскую премию по химии в 1965 году. А сегодня химия достигла такого уровня развития, что подобные синтезы способен провести химик средней руки, а настоящий мастер может синтезировать молекулу практически любой сложности. Такие задачи переходят в ранг чисто технических проблем. Однако на этом уровне для химиков открылись новые перспективы.

В истории химической науки начался новый период, который, по всей видимости, можно назвать периодом супрамолекулярной химии. Родоначальник этого направления, Жан Мари Лен, лауреат Нобелевской премии по химии 1987 года, определил его как химию высокоселективных нековалентных взаимодействий (таких, как водородные и координационные связи, гидрофобное взаимодействие) между молекулами. Объекты супрамолекулярной химии — сложные надмолекулярные ансамбли. Их способность к самоорганизации, саморегуляции и репликации приближает их к биологическим системам. Действительно, большинство биологически важных соединений — это сложные супрамолекулярные комплексы. Типичный пример — двойная спираль ДНК, которая удерживается водородными связями. Каждая такая связь вносит небольшой вклад (около 5 ккал/моль), но, когда взаимодействуют сотни пар оснований и на каждую приходится две или три связи, в результате возникает прочная структура.

Не менее важную роль играют и координационные связи, которые

образуют ионы металлов с биомолекулами, — на них держатся все металлоферменты. Соответственно возникает проблема молекулярного распознавания на химическом уровне, а это одна из главных проблем современной биологии и медицины. По существу, химия супрамолекулярных систем — не что иное, как биология. Решение биологических задач стало делом квалифицированного химика, который в этом деле преуспеет заведомо больше, чем биолог. Все больше химиков берется за эти задачи. Так что Нобелевский комитет просто стал более широко понимать химию. Сегодня она создает новый методический арсенал для молекулярной биологии, энзимологии, медицины, точно так же, как в свое время для нее такой арсенал создала физика.

Это не означает, что у химии не осталось внутренних задач, — они есть. Разработка новых, все более совершенных методов построения молекул — это вечная задача. И здесь достигнуты блестящие успехи, которые вполне заслуживают Нобелевской премии. Мне кажется, что к числу таких в первую очередь можно отнести разработку новых, исключительно эффективных методов создания связей углерод—углерод и углерод—гетероатом на основе реакций кросс-сочетания. Это каталитические реакции Хека, Соногашира, Сузуки, Стилле, протекающие в присутствии соединений палладия. Они открыли перед химиками совершенно новые пути к построению сложных молекул и сильно потеснили классические методы. Металлоорганический катализ все шире используют в синтетической и промышленной практике.

Многие достижения в этой области уже отмечены Нобелевским комитетом. В 1963 году премию получили Карл Циглер и Джулио Натта, которые создали основы современных методов синтеза полимеров (катализаторы Циглера—Натта). В 2005 году Нобелевская премия была присуждена Иву Шовену, Роберту Граббсу и Ричарду Шроку за развитие метода

метатезиса в органическом синтезе. Уильям Ноуэлс, Риори Нойори и Барри Шарплесс получили Нобелевскую премию в 2001 году за исследования энантиоселективных каталитических реакций гидрирования. По своей значимости реакции кросс-сочетания, как мне кажется, не уступают уже отмеченным блестящим работам.

Я думаю, что в ближайшем будущем новых успехов можно ожидать и от химиков-теоретиков. Раньше химик-теоретик шел позади химика-экспериментатора. Анализируя экспериментальные результаты, он выработывал на их основе теоретические концепции, которые обеспечивали новый уровень понимания. Яркий пример успешного сотрудничества великолепного экспериментатора и замечательного теоретика — создание правил сохранения орбитальной симметрии Вудворда — Хофмана. Роальд Хофман был удостоен Нобелевской премии по химии в 1981 году.

Последние четверть века методы квантовой химии развивались исключительно быстро, и успехи в этой области были отмечены Нобелевской премией в 1998 году (Вальтер Кон и Джон Попл). Созданные в последние годы исключительно эффективные алгоритмы для суперкомпьютерных кластеров позволяют еще до синтеза в режиме параллельных вычислений рассчитывать структуру и свойства очень сложных молекул и супрамолекулярных комплексов. Это дает возможность применять теоретическое моделирование на начальных этапах химического исследования и уже на основе полученных результатов отбирать наиболее перспективные структуры и реакции для экспериментального изучения. Тем самым фантастически сокращается время, которое тратит химик-синтетик. Здесь открывается широкое поле для открытий, и каждое из них может оказаться эпохальным.

Материал подготовила
В.В.Благутина



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ИГЛА ДЛЯ НОСОРОГА

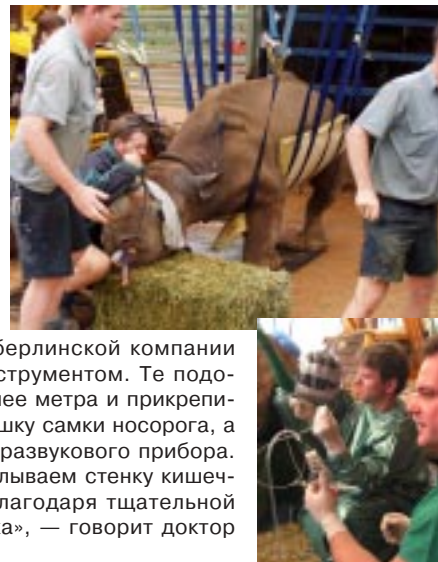
Немецким и австралийским биологам удалось в пробирке оплодотворить яйцеклетки носорога.

Robert Hermes,
hermes@izw-berlin.de

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

Ученые из Института Лейбница по проблемам зоопарков и исследованиям дикой природы совместно с австралийскими ветеринарами оплодотворили в пробирке яйцеклетки черного носорога. К сожалению, получить из них эмбрионы не удалось, однако ученые все же считают свой результат значительным успехом. «Нам впервые в мире удалось получить яйцеклетки черного носорога, способные к оплодотворению. А искусственное оплодотворение и вынашивание с помощью суррогатных матерей — единственный способ спасти этих редких животных от вымирания», — рассказывает руководитель работы доктор Роберт Хермес.

Главная проблема с искусственным оплодотворением черных носорогов состоит в крайне неудобном для этого строении их тел. Для ее решения ученые обратились к инженерам из берлинской компании «Шнорренбергер», которая известна своим хирургическим инструментом. Те подошли к задаче творчески: сделали тонкую полую иглу длиной более метра и прикрепили ее к ультразвуковой головке. Эту иглу и вводили в прямую кишку самки носорога, а за ее перемещениями следили по изображению на экране ультразвукового прибора. «Когда игла достигает места расположения яичников, мы прокалываем стенку кишечника, входим в яичник и откачиваем несколько яйцеклеток. Благодаря тщательной подготовке вероятность занести туда инфекцию очень невелика», — говорит доктор Хермес.



ГДЕ Я?

Британские инженеры знают, как с помощью мобильного сориентироваться в незнакомом городе.

Dr Jonathan Hare,
jsh2@ecs.soton.ac.uk

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

Обычно для того, чтобы не потеряться в незнакомом городе, нужно купить карту. На нее нанесены и отели, и рестораны, и всевозможные достопримечательности. Но вот заглянуть «внутрь» карты, узнать подробности о том или ином изображенном на ней объекте возможности нет — карта-то бумажная. Будь она электронной, можно было бы на каждом из них поставить ссылку и прикрепить столько информации, сколько душе (или рекламному бюджету) угодно. Похоже, что ученым из Саутгемптонского университета во главе с доктором Джонатаном Хэем и профессором Полом Льюисом удалось найти выход из положения. Они разработали алгоритм, который позволяет легко перейти от бумажной карты к электронной с помощью мобильного телефона, который, конечно же, есть у каждого путешественника. Работает алгоритм следующим образом.

Фотоаппарат своего мобильного телефона турист фотографирует нужный ему фрагмент карты и посылает фото на сервер. Там снимок обрабатывают, сличают с электронной картой той же местности и находят, что это за участок. На найденном электронном фрагменте уже стоят всевозможные интерактивные объекты, которые дают доступ к дополнительной информации. Его посылают назад в телефон, и турист сможет этой информацией воспользоваться.

Так возможности цифрового века освободят путешественника от возни с бумажными картами. Ну а для операторов сотовой связи и так называемых поставщиков мобильного контента — это дополнительный способ извлечения денег.

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

КЛЕЙ ИЗ ЛЮЦЕРНЫ

Американский микробиолог считает, что отходы производства спирта из растений могут быть ценнее самого спирта.

Paul Weimer,
pjweimer@wisc.edu

«Люцерна — очень полезная трава. Она и склоны укрепляет, и засуху хорошо переносит, и обогащает почву азотом. К сожалению, фермеры все реже выращивают люцерну на корм скоту. Чтобы сохранить эту культуру, мы предлагаем перерабатывать ее на спирт», — говорит доцент Висконсинского университета Пауль Веймер. Эта идея может показаться необычной: ведь чтобы разложить целлюлозу стеблей люцерны на составляющие их сахара, приходится много тратить весьма дорогих ферментов. Однако если взглянуть на проблему глубже, то переработка этого растения на спирт оказывается не таким уж убыточным делом. А смотреть надо в глубь отходов, образующихся при ферментации.

«Мы заметили, что разлагающие волокна целлюлозы бактерии очень прочно к ним приклеиваются. Так почему бы не использовать всю эту систему — бактерии, клей и остатки целлюлозы — в качестве клеящего материала?» — рассказывает Пауль Веймер.

Главная беда клеев растительного происхождения в том, что они разрушаются при увлажнении. Люцерновый клей не стал исключением. Чтобы решить проблему, к нему добавили синтетическую смолу. И оказалось, что, если такая смесь лишь на четверть состоит из смолы, она все равно прекрасно склеивает деревянные детали и сопротивляется влаге. Ученые надеются привлечь внимание деревообработчиков к своей находке и заменить люцерновым клеем три четверти феноло-формальдегидных смол, которые применяют при изготовлении основного нынешнего мебельного материала — ДСП.

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

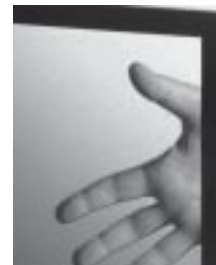
ВАКУУМНОЕ СТЕКЛО

Немецкие химики придумали стекло, которое почти не пропускает тепла.

Bernhard Durschang,
www.isc.fraunhofer.de

Если вы когда-нибудь увидите оконное стекло, внутри которого регулярно расположены маленькие точки, это означает, что вы встретились с очередным достижением немецких технологов в деле сохранения тепла. Такое стекло пропускает всего 0,5 Вт/(К·м²) энергии — в два-три раза меньше, чем обычный стеклопакет, и всего в полтора раза больше, нежели стена с хорошей теплоизоляцией.

Это стекло, созданное учеными из Фраунгоферовского института исследования силикатов, состоит из двух слоев. А посередине между ними самая лучшая теплоизоляция — вакуум. Чтобы под действием атмосферного давления стекла не прогибались и не касались друг друга, между ними с интервалом в четыре сантиметра расположены прозрачные вставки толщиной в один миллиметр.



НАНОТЕХНОЛОГИЯ ПРОТИВ СЕПСИСА

Ученые из США и Великобритании сделали сорбент, который может спасти жизни сотен тысяч людей.

Пресс-секретарь
Niki Gianakaris,
ngianakaris@
drexel.edu

МОБИЛЬНИК НА СЛОМ

Немецкие инженеры придумали технологию переработки старой оргтехники.



Dr. Andreas Maurer,
andreas.maurer@
ivv.fraunhofer.de

МАСС-СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ОНКОЛОГА

Американские химики придумали метод точного обнаружения опухоли во время операции.

R. Graham Cooks,
cooks@purdue.edu

ХЕЛИКОБАКТЕР ПУТЕШЕСТВУЕТ НА ЭРИТРОЦИТЕ

Ученые из Швеции обнаружили, что вызывающая гастрит и язву бактерия *Helicobacter pylori* способна путешествовать по всему организму.

Thomas Boren,
Thomas.Boren@
medchem.umu.se

В зару́бежных лаборатория́х

Заражение крови, болезнь, известная многие тысячелетия, продолжает уносить ежедневно 1500 жизней людей. А возникает оно как неконтролируемый иммунный ответ на инфекцию или травму. При этом выделяются специальные белки, цитокины, которые создают очаг воспаления и способны уничтожать здоровые ткани. Единственный способ борьбы с заражением крови — ее очистка как от продуктов разложения, так и от цитокинов. И здесь есть проблема. Если от первых, маленьких молекул кровь неплохо чистит активированный уголь, то от цитокинов, размер которых измеряется десятком нанометров, он не помогает: слишком невелики поры у угля.

Сделать большие поры сумели ученые из Дрекслевского института нанотехнологий (США) под руководством Юрия Гогоцы и Бригтонского университета (Великобритания) в лице Сергея Михайловского. Для этого они использовали неорганические карбиды и селективно их протравили. В результате получился тот же углерод, но с заданным исследователями размером пор. Испытания показали, что такой мезопористый углерод прекрасно удаляет из плазмы крови цитокины — почти так же хорошо, как высокоспецифических антитела.

«Возможно, этот сорбент удастся использовать для удаления как других больших органических молекул, так и вирусов. Кто знает, может быть, через несколько лет мы будем чистить кровь от вируса гепатита С, СПИДа или птичьего гриппа», — говорит третий участник работы, доктор Глеб Яшин из Дрекслевского института нанотехнологий.

В зару́бежных лаборатория́х

Рано или поздно, так или иначе, а компьютер, телевизор или мобильник однажды перестают быть предметом роскоши и отправляются на свалку. Например, в одной только Германии за год там оказывается два миллиона тонн электронного лома. И одна пятая часть этого веса, то есть 400 тысяч тонн, приходится на пластики. Тем не менее лишь 1% из них удается переработать. Проблема в том, что такие пластики содержат и тяжелые металлы, и противопожарные добавки на основе брома, и всевозможные пигменты. Все они вредны для окружающей среды и в соответствии с директивами Евросоюза не должны попадать в получившийся при переработке продукт. А другая директива требует, чтобы 75% пластикового мусора были переработаны. Озадаченные этими указаниями европейские инженеры и пытаются найти выход из положения.

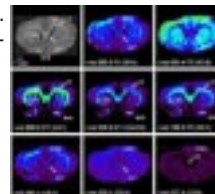
Один из способов предложили ученые из Фраунгоферовского института инженерных процессов и упаковки совместно с компанией «Креа-Сайкл» из города Гребенбройха. Им удалось довести степень переработки отходов до 95%. «Прежде всего мы измельчаем содержащие электронику отходы в гигантских мельницах и удаляем металлы, — рассказывает руководитель работы доктор Андреас Маурер. — Остается смесь перемолотого пластика и дерева. Полимеры, подлежащие переработке, мы удаляем из этой смеси с помощью специально разработанных растворителей, которые наносят небольшой вред окружающей среде. Нерастворимые же и опасные составляющие мусора остаются. Впрочем, они не обязательно вернутся на свалку: для них находятся потребители в химической промышленности».

В зару́бежных лаборатория́х

Когда хирург удаляет раковую опухоль, он полагается на свой опыт и свои глаза. Поэтому нет полной гарантии, что какой-то ее участок не останется в теле пациента и не послужит источником новой опухоли. Не исключено, что вскоре на помощь хирургу придет масс-спектрометр, разработанный учеными из университета Пэрдью (США).

Биохимикам известно, что на раковых клетках расположены специальные молекулы, которых нет на обычных клетках. Распределение этих молекул-маркеров на поверхности ткани способен построить новый прибор. В специальной приставке он ионизирует молекулы воды, присоединяя к каждой из них дополнительный протон, и направляет поток получившихся ионов гидроксония на крошечный участок живой ткани. Попав туда, вода охотно расстается с протоном, передавая его молекуле изучаемой поверхности. Та приобретает заряд, и после этого ее можно всосать в анализатор. Ну а дальше спектрометр определяет массу того, что в него попало, и строит карту химического состава с разрешением в полмиллиметра.

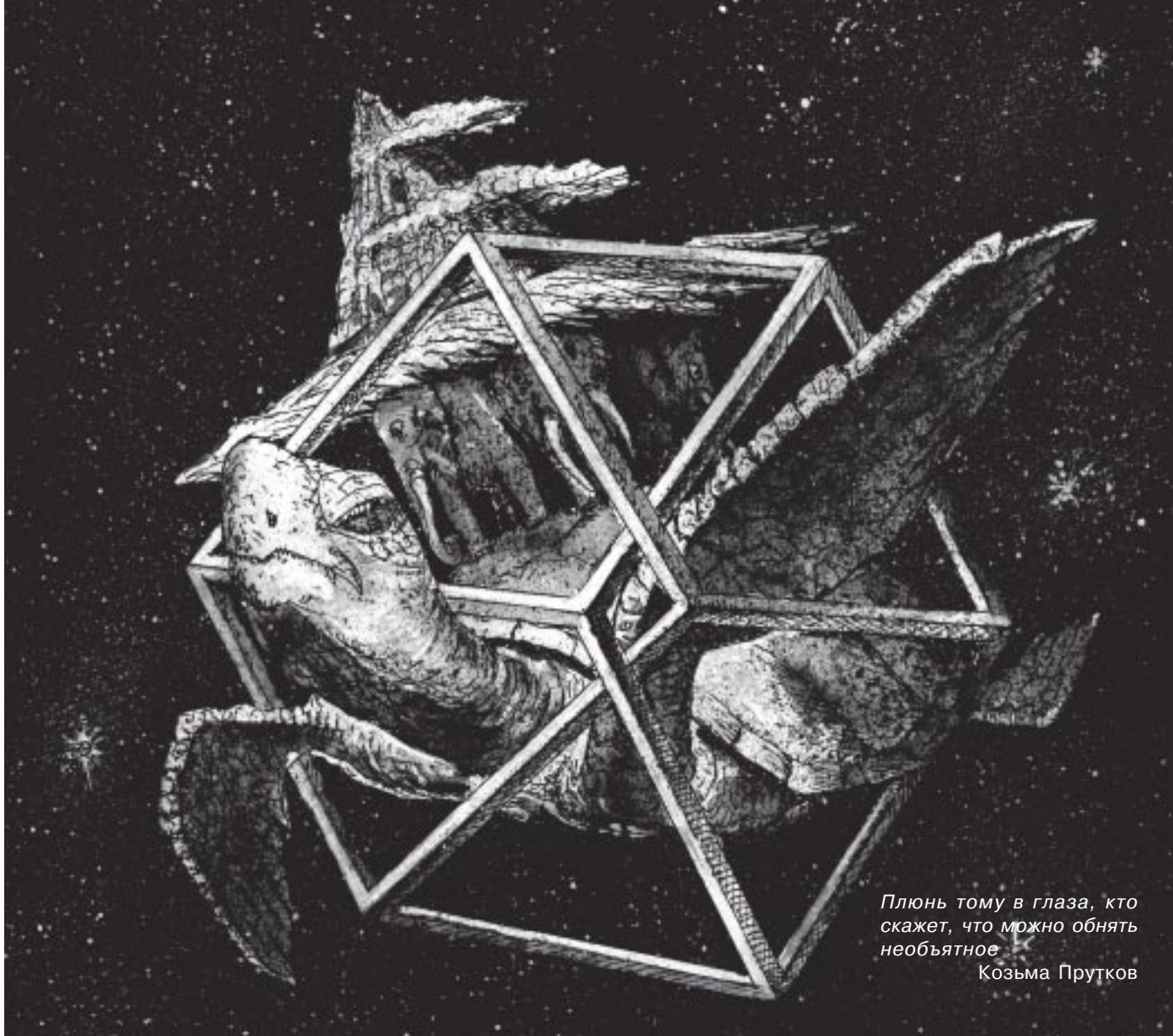
«Изображение позволяет установить точное местоположение опухоли и распознать те ее участки, которые не видны невооруженным глазом», — говорит начальник лаборатории профессор Грэхем Кукс.



В зару́бежных лаборатория́х

В 2005 году Нобелевскую премию присудили австралийцам, которые обнаружили причастность бактерии *Helicobacter pylori* к гастриту, язве и раку желудка. А не способна ли эта бактерия вызывать еще какие-то болезни? Ведь механизм может быть универсальным: бактерия накрепко приклеивается к слизистой оболочке, образует колонию, прикрытую защитным куполом, и под ним начинают скапливаться продукты жизнедеятельности, пагубно влияющие на субстрат, в данном случае — на орган человека. Строго говоря, ничто не мешает бактерии прикрепиться к любой слизистой оболочке, не только в желудке.

Чтобы такой механизм работал, бактерии нужно попасть из желудка в кровь. Как показало исследование, проведенное биологами из университета Умео (Швеция) под руководством профессора Томаса Борена, это вполне возможно. Ученые обнаружили, что хеликобактер может проникать сквозь стенку желудка и попадать в кровеносный сосуд. Там бактерия приклеивается к поверхности эритроцита и путешествует с ним по организму. При этом она использует так называемый белок SabA, структура которого оказалась различной в образцах крови, взятых у разных пациентов. «Следовательно, бактерия может изменять свой белок таким образом, чтобы обеспечить лучшее соединение с разными клетками», — говорит участница работы Марина Аспхольм.



Плюнь тому в глаза, кто скажет, что можно обнять необъятное

Козьма Прутков

Зрители: эксперименты прошлого

В пяти предыдущих статьях цикла «Вселенная: материя, время, пространство», используя аналогии театра, мы рассказали о том, как устроен наш мир. Время и пространство образуют сцену, на которой разыгрывают сложнейшие и запутанные сюжетные линии главные и второстепенные действующие лица, а также невидимые актеры. Осталось поговорить о нас с вами — о зрителях. Мы не успели к началу спектакля, который начался 14 миллиардов лет назад, а появились в зрительном зале совсем недавно по космическим масштабам времени — прошло всего несколько тысяч лет. Но нам многое удалось понять в театральном действии, хотя еще больше предстоит выяснить. Не все представители рода человеческого посвящают свои жизни познанию законов природы. Только небольшая часть, ученые. О том, как они это делают, — две последние статьи цикла. Сначала поговорим о самых красивых физических экспериментах прошлого.

Продолжение. Начало см. в №№ 6—11, 2006

Земля — шар радиусом около 6400 км. Ядро атома гелия состоит из двух протонов и двух нейтронов. Сила гравитационного притяжения между двумя телами прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояний между ними. В нашей Галактике примерно 100 миллиардов звезд. Температура поверхности Солнца около 6 тысяч градусов. Эти простые физические факты складываются с десятками тысяч других, самых разных, — таких же простых для понимания, или не слишком простых, или совсем сложных, — образуя физическую картину мира.

У человека, начинающего знакомиться с физикой, неизбежно возникает как минимум два серьезных вопроса.

Чтобы понять, нужно запомнить все?

Вопрос первый: неужели для того, чтобы понять устройство Вселенной и законы, по которым она существует, нуж-



но узнать и запомнить все накопленные до сих пор физические факты?! Конечно, нет. Это невозможно. Фактов слишком много. Неизмеримо больше, чем могло бы уместиться не только в человеческом мозгу, но даже на магнитном диске самого современного суперкомпьютера. Только объем информации о размерах, температуре, спектральном классе и местоположении всех звезд нашей Галактики составляет 2—3 терабайта. Если добавить сюда другие характеристики звезд, то этот объем вырастет в несколько десятков или даже сотен раз. Еще в миллионы раз увеличится количество данных, если рассматривать и звезды в других галактиках. А еще сведения о планетах, газово-пылевых туманностях. А еще информация об элементарных частицах, их свойствах и распределении по объему Вселенной. А еще... А еще... А еще...

Совершенно невозможно запомнить или даже просто записать куда-нибудь такое количество цифр. К счастью, это и не нужно. В том и заключается невыразимо гармоничная красота нашего мира, что бесконечное многообразие фактов вытекает из очень небольшого количества базовых принципов. Поняв эти принципы, можно не только понять, но и предсказать громадное множество физических фактов. Например, система уравнений электродинамики, предложенная 150 лет назад Дж. Максвеллом, включает в себя всего четыре уравнения, занимающих от силы 1/10 страницы учебника. Но из этих уравнений можно вывести всю кажущуюся на первый взгляд необъятной совокупность явлений, связанных с электромагнетизмом.

В принципе современная физика как раз и ставит себе целью построить единую теорию, которая включала бы в себя всего несколько уравнений (в идеале — одно), описывающих все известные и правильно предсказывающих новые физические факты.

Откуда мы знаем?

Вопрос второй: а откуда мы знаем и почему мы уверены в том, что все это действительно так? Что Земля имеет форму шара. Что в ядре гелия два про-

тона и два нейтрона. Что сила притяжения между двумя телами прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояний. Что уравнения Максвелла правильно описывают электромагнитные явления.

Мы знаем это из физических экспериментов. Когда-то, давным-давно, люди от простого созерцания природных явлений постепенно перешли к их изучению с помощью осознанно поставленных экспериментов, результаты которых выражаются числами. Примерно к XVI—XVII векам сложился тот принцип физического познания природы, который до сих пор состоит на вооружении у науки и который можно схематически проиллюстрировать вот так: Явление — Гипотеза — Предсказание — Эксперимент — Теория.

Для объяснения какого-либо природного явления физики формулируют гипотезу, которая могла бы это явление объяснить. На основании гипотезы делают предсказание, которое, в общем случае, представляет собой некоторое число. Последнее проверяют экспериментально, производя измерения. Если число, полученное в результате эксперимента, согласуется с предсказанным, гипотеза получает ранг физической теории. В противном случае все возвращается на вторую стадию: формулируется новая гипотеза, делается новое предсказание и ставится новый эксперимент.

Эксперимент — ключ к пониманию мироздания

Несмотря на кажущуюся простоту схемы, процесс, описанный пятью словами и четырьмя стрелками, на деле занимает порой тысячелетия. Хорошим примером служит модель мира, эволюцию которой мы уже прослеживали в одной из предыдущих статей. В начале нашей эры утвердилась геоцентрическая модель Птолемея, согласно которой в центре мира располагалась Земля, а вокруг нее вращались Солнце, Луна и планеты. Эта модель была общепризнана в течение полутора тысяч лет, сталкивалась, однако, со все более серьезными сложностями. Наблю-

даемое положение на небе Солнца, Луны и планет не соответствовало предсказаниям геоцентрической модели и такое противоречие становилось все более непреодолимым, поскольку точность наблюдений росла. Это заставило Николая Коперника предложить в середине XVI века гелиоцентрическую модель, согласно которой в центре находится не Земля, а Солнце. Гелиоцентрическая гипотеза получила блестящее подтверждение благодаря беспрецедентным по точности (для того времени) наблюдениям Тихо Браге, результаты которых совпали с предсказаниями гелиоцентрической модели. Последняя стала общепринятой, получив, таким образом, статус теории.

Этот пример, равно как и рассмотренная нами схема, показывают ключевую роль эксперимента в процессе научного познания окружающего мира. Только с помощью эксперимента можно проверить физическую модель. Чрезвычайно важен тот факт, что результаты эксперимента, так же как и предсказания физической модели, не качественные, а количественные. То есть представляют собой набор самых обыкновенных чисел. Поэтому сравнение вычисленных и измеренных результатов — вполне однозначная процедура. Только благодаря этому физический эксперимент смог стать ключом, открывающим путь к пониманию мироздания.

Десять самых красивых

Десятки и сотни тысяч физических экспериментов было поставлено за тысячелетнюю историю науки. Непросто отобрать несколько «самых-самых», чтобы рассказать о них. Каков должен быть критерий отбора?

Четыре года назад в газете «The New York Times» была опубликована статья Роберта Криза и Стони Бука. В ней рассказывалось о результатах опроса, проведенного среди физиков. Каждый опрошенный должен был назвать десять самых красивых за всю историю физических экспериментов. На наш взгляд, критерий красоты ничем не уступает другим критериям. Поэтому мы расскажем об экспериментах, вошедших в первую десятку по результатам опроса Криза и Бука.

1. Эксперимент Эратосфена Киренского

Один из самых древних известных физических экспериментов, в результате которого был измерен радиус Земли, был проведен в III веке до нашей эры библиотекарем знаменитой Александрийской библиотеки Эратосфеном Киренским. Схема эксперимента проста. В полдень, в день летнего солнцестояния, в городе Сиене

(ныне Асуан) Солнце находилось в зените и предметы не отбрасывали тени. В тот же день и в то же время в городе Александрии, находившемся в 800 километрах от Сиена, Солнце отклонялось от зенита примерно на 7° . Это составляет около $1/50$ полного круга (360°), откуда получается, что окружность Земли равна 40 000 километров, а радиус 6300 километров. Почти невероятным представляется то, что измеренный столь простым методом радиус Земли оказался всего на 5% меньше значения, полученного самыми точными современными методами.

2. Эксперимент Галилео Галилея

В XVII веке господствовала точка зрения Аристотеля, который учил, что скорость падения тела зависит от его массы. Чем тяжелее тело, тем быстрее оно падает. Наблюдения, которые каждый из нас может сделать в повседневной жизни, казалось бы, подтверждают это. Попробуйте одновременно выпустить из рук легкую зубочистку и тяжелый камень. Камень быстрее коснется земли. Подобные наблюдения привели Аристотеля к выводу о фундаментальном свойстве силы, с которой Земля притягивает другие тела. В действительности на скорость падения влияет не только сила притяжения, но и сила сопротивления воздуха. Соотношение этих сил для легких предметов и для тяжелых различно, что и приводит к наблюдаемому эффекту.

Итальянец Галилео Галилей усомнился в правильности выводов Аристотеля и нашел способ их проверить. Для этого он сбрасывал с Пизанской башни в один и тот же момент пушечное ядро и значительно более легкую мушкетную пулю. Оба тела имели примерно одинаковую обтекаемую форму, поэтому и для ядра, и для пули силы сопротивления воздуха были пренебрежимо малы по сравнению с силами притяжения. Галилей выяснил, что оба предмета достигают земли в один и тот же момент, то есть скорость их падения одинакова.

Результаты, полученные Галилеем. — следствие закона всемирного тяготения и закона, в соответствии с которым ускорение, испытываемое телом, прямо пропорционально силе, действующей на него, и обратно пропорционально массе.

3. Другой эксперимент Галилео Галилея

Галилей измерял расстояние, которое шары, катящиеся по наклонной доске, преодолевали за равные промежутки времени, измеренный автором опыта по водяным часам.

Ученый выяснил, что если время увеличить в два раза, то шары прокатятся в четыре раза дальше. Эта квадратичная зависимость означала, что шары под действием силы тяжести движутся ускоренно, что противоречило принимаемому на веру в течение 2000 лет утверждению Аристотеля о том, что тела, на которые действует сила, движутся с постоянной скоростью, тогда как если сила не приложена к телу, то оно покоится. Результаты этого эксперимента Галилея, как и результаты его эксперимента с Пизанской башней, в дальнейшем послужили основой для формулирования законов классической механики.

4. Эксперимент Генри Кавендиша

После того как Исаак Ньютон сформулировал закон всемирного тяготения: сила притяжения между двумя телами с массами M и m , удаленных друг от друга на расстояние r , равна $F = \gamma(mM/r^2)$, оставалось определить значение гравитационной постоянной γ . Для этого нужно было измерить силу притяжения между двумя телами с известными массами. Сделать это не так просто, потому что сила притяжения очень мала. Мы ощущаем силу притяжения Земли. Но почувствовать притяжение даже очень большой оказавшейся поблизости горы невозможно, поскольку оно очень слабо.

Нужен был очень тонкий и чувствительный метод. Его придумал и применил в 1798 году соотечественник Ньютона Генри Кавендиш. Он использовал крутильные весы — коромысло с двумя шариками, подвешенное на очень тонком шнурке. Кавендиш измерял смещение коромысла (поворот) при приближении к шарикам весов других шаров большей массы. Для увеличения чувствительности смещение определялось по световым зайчикам, отраженным от зеркал, закрепленных на шарах коромысла. В результате этого эксперимента Кавендишу удалось довольно точно определить значение гравитационной константы и впервые вычислить массу Земли.

5. Эксперимент Жана Бернара Фуко

Французский физик Жан Бернар Леон Фуко в 1851 году экспериментально доказал вращение Земли вокруг своей оси с помощью 67-метрового маятника, подвешенного к вершине купола парижского Пантеона. Плоскость качания маятника сохраняет неизменное положение по отношению к звездам. Наблюдатель же, находящийся на Земле и вращающийся вместе с ней, видит, что плоскость вращения

медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения Земли.

6. Эксперимент Исаака Ньютона

В 1672 году Исаак Ньютон проделал простой эксперимент, который описан во всех школьных учебниках. Затворив ставни, он проделал в них небольшое отверстие, сквозь которое проходил солнечный луч. На пути луча была поставлена призма, а за призмой — экран. На экране Ньютон наблюдал «радугу»: белый солнечный луч, пройдя через призму, превратился в несколько цветных лучей — от фиолетового до красного. Это явление называется дисперсией света.

Сэр Исаак был не первым, наблюдавшим это явление. Уже в начале нашей эры было известно, что большие монокристаллы природного происхождения обладают свойством разлагать свет на цвета. Первые исследования дисперсии света в опытах со стеклянной треугольной призмой еще до Ньютона выполнили англичанин Хариот и чешский естествоиспытатель Марци.

Однако до Ньютона подобные наблюдения не подвергались серьезному анализу, а делавшиеся на их основе выводы не перепроверялись дополнительными экспериментами. И Хариот, и Марци оставались последователями Аристотеля, который утверждал, что различие в цвете определяется различием в количестве темноты, «примешиваемой» к белому свету. Фиолетовый цвет, по Аристотелю, возникает при наибольшем добавлении темноты к свету, а красный — при наименьшем. Ньютон же проделал дополнительные опыты со скрещенными призмами, когда свет, пропущенный через одну призму, проходит затем через другую. На основании совокупности проделанных опытов он сделал вывод о том, что «никакого цвета не возникает из белизны и черноты, смешанных вместе, кроме промежуточных темных; количество света не меняет вида цвета». Он показал, что белый свет нужно рассматривать как составной. Основными же являются цвета от фиолетового до красного.

Этот эксперимент Ньютона служит замечательным примером того, как разные люди, наблюдая одно и то же явление, интерпретируют его по-разному и только те, кто подвергает сомнению свою интерпретацию и ставят дополнительные опыты, приходят к правильным выводам.

7. Эксперимент Томаса Юнга

До начала XIX века преобладали представления о корпускулярной природе света. Свет считали состоящим из от-

дельных частиц — корпускул. Хотя явления дифракции и интерференции света наблюдал еще Ньютон («кольца Ньютона»), общепринятая точка зрения оставалась корпускулярной.

Рассматривая волны на поверхности воды от двух брошенных камней, можно заметить, как, накладываясь друг на друга, волны могут интерферировать, то есть взаимогасить либо взаимоусиливать друг друга. Основываясь на этом, английский физик и врач Томас Юнг проделал в 1801 году опыты с лучом света, который проходил через два отверстия в непрозрачном экране, образуя, таким образом, два независимых источника света, аналогичных двум брошенным в воду камням. В результате он наблюдал интерференционную картину, состоящую из чередующихся темных и белых полос, которая не могла бы образоваться, если бы свет состоял из корпускул. Темные полосы соответствовали зонам, где световые волны от двух щелей гасят друг друга. Светлые полосы возникали там, где световые волны взаимоусиливались. Таким образом была доказана волновая природа света.

8. Эксперимент Клауса Йонссона

Немецкий физик Клаус Йонссон провел в 1961 году эксперимент, подобный эксперименту Томаса Юнга по интерференции света. Разница состояла в том, что вместо лучей света Йонссон использовал пучки электронов. Он получил интерференционную картину, аналогичную той, что Юнг наблюдал для световых волн. Это подтвердило правильность положений квантовой механики о смешанной корпускулярно-волновой природе элементарных частиц.

9. Эксперимент Роберта Милликена

Представление о том, что электрический заряд любого тела дискретен (то есть состоит из большего или меньшего набора элементарных зарядов, которые уже не подвержены дроблению), возникло еще в начале XIX века и поддерживалось такими известными физиками, как М.Фарадей и Г.Гельмгольц. В теорию был введен термин «электрон», обозначавший некую частицу — носитель элементарного электрического заряда. Этот термин, однако, был в то время чисто формальным, поскольку ни сама частица, ни связанный с ней элементарный электрический заряд не были обнаружены экспериментально. В 1895 году К.Рентген во время экспериментов с разрядной трубкой обнаружил, что ее анод под действием летящих из катода лучей способен излучать свои, X-лучи,

или лучи Рентгена. В том же году французский физик Ж.Перрен экспериментально доказал, что катодные лучи — это поток отрицательно заряженных частиц. Но, несмотря на колоссальный экспериментальный материал, электрон оставался гипотетической частицей, поскольку не было ни одного опыта, в котором участвовали бы отдельные электроны.

Американский физик Роберт Милликен разработал метод, ставший классическим примером изящного физического эксперимента. Милликену удалось изолировать в пространстве несколько заряженных капелек воды между пластинами конденсатора. Освещая рентгеновскими лучами, можно было слегка ионизировать воздух между пластинами и изменять заряд капелек. При включенном поле между пластинами капелечка медленно двигалась вверх под действием электрического притяжения. При выключенном поле она опускалась под действием гравитации. Включая и выключая поле, можно было изучать каждую из взвешенных между пластинами капелек в течение 45 секунд, после чего они испарялись. К 1909 году удалось определить, что заряд любой капелечки всегда был целым кратным фундаментальной величине e (заряд электрона). Это было убедительным доказательством того, что электроны представляли собой частицы с одинаковыми зарядом и массой. Заменяв капельки воды каплями масла, Милликен получил возможность увеличить продолжительность наблюдений до 4,5 часа и в 1913 году, исключив один за другим возможные источники погрешностей, опубликовал первое измеренное значение заряда электрона: $e = (4,774 \pm 0,009) \cdot 10^{-10}$ электростатических единиц.

10. Эксперимент Эрнста Резерфорда

К началу XX века стало понятно, что атомы состоят из отрицательно заряженных электронов и какого-то положительного заряда, благодаря которому атом остается в целом нейтральным. Однако предположений о том, как выглядит эта «положительно-отрица-

тельная» система, было слишком много, в то время как экспериментальных данных, которые позволили бы сделать выбор в пользу той или иной модели, явно не хватало. Большинство физиков приняли модель Дж.Дж.Томсона: атом как равномерно заряженный положительный шар диаметром примерно 10^{-8} см с плавающими внутри отрицательными электронами.

В 1909 году Эрнст Резерфорд (ему помогли Ханс Гейгер и Эрнст Марсден) поставил эксперимент, чтобы понять действительную структуру атома. В этом эксперименте тяжелые положительно заряженные α -частицы, движущиеся со скоростью 20 км/с, проходили через тонкую золотую фольгу и рассеивались на атомах золота, отклоняясь от первоначального направления движения. Чтобы определить степень отклонения, Гейгер и Марсден должны были с помощью микроскопа наблюдать вспышки на пластине сцинтиллятора, возникавшие там, где в пластину попадала α -частица. За два года было сосчитано около миллиона вспышек и доказано, что примерно одна частица на 8000 в результате рассеяния изменяет направление движения более чем на 90° (то есть поворачивает назад). Такого никак не могло происходить в «рыхлам» атоме Томсона. Результаты однозначно свидетельствовали в пользу так называемой планетарной модели атома — массивное крохотное ядро размерами примерно 10^{-13} см и электроны, вращающиеся вокруг этого ядра на расстоянии около 10^{-8} см.

Современные физические эксперименты значительно сложнее экспериментов прошлого. В одних приборы размещают на площадях в десятки тысяч квадратных километров, в других заполняют объем порядка кубического километра. В третьих... Но давайте подождем следующего номера. Современные физические эксперименты — тема следующей (и последней) статьи цикла.





Восхождение

25 января 2007 года исполняется 100 лет со дня рождения академика Норайра Мартиросовича Сисакяна (1907–1966), выдающегося ученого, биохимика, одного из основоположников космической биологии и медицины, общественного и государственного деятеля.

Будущий академик Норайр Мартиросович Сисакян родился в 1907 году в армянском селе Аштарак недалеко от Еревана, у подножия горы Арагац. Его отцом был Мартирос Сисакян, виноградарь и винодел. Семья жила относительно благополучно, однако работать приходилось не покладая рук. Впрочем, находилось время и для игр, и для озорства. Семейная память сохранила историю о том, как мальчишка Норайр и его трюродный брат сшили женщинам подолы платьев, пока те молились в церкви. Конечно, ребятам досталось по первое число.

На годы детства пришлось революция в России, и вскоре в Армении установилась советская власть. Для армянского народа открылись новые возможности, и одной из них был путь в науку.

Почитание знаний, учености искони присуще этим местам. Неподалеку от Аштарака находятся древнейшие в Закавказье центры просвещения и культуры. Здесь уже более семнадцати веков стоит Эчмиадзин, столица армянской апостольской церкви, резиденция католикоса и хранилище бесценных древних рукописей и реликвий. Неподалеку расположен Ошакан, где похоронен великий просветитель Месроп Маштоц, создавший армянский алфавит в начале V века. Много замечательных деятелей культуры родилось и выросло в этих краях.

Однако Норайру долго не удавалось получить образование. В Аштараке была только церковно-приходская школа, в которой он учился с 1914 по 1916 год. Затем экстерном поступил в седьмой класс Эчмиадзинской средней школы второй ступени, и среднее образование получил только к двадцати годам. Вероятно, трудности лишь подогрели интерес к знаниям, закаляли волю, помогли осознать свое призвание. На фотографии 1927 года — юноша с серьезным, немного задумчивым взглядом. В нем чувствуется упорство

и напряжение мысли. В 1928 году он поступил в Ереванский университет.

Жители бывших окраин Российской империи тянулись к российской культуре, чтобы к собственным многовековым традициям добавить динамику европейского прогресса. «Метрополия» с готовностью учила национальные кадры в своих учебных заведениях.

Осенью 1929 года руководство университета выделило Норайра Сисакяна среди других студентов и направило в Ленинградский сельскохозяйственный институт. Этой чести удостоивался не каждый. В 1930 году армянский студент, тяжело переносивший балтийский климат, переехал в Москву и стал учиться в Сельскохозяйственной академии имени А.К.Тимирязева. Он еще не очень хорошо говорил по-русски, на занятиях и экзаменах предпочитал, когда это было можно, не отвечать устно, а писать формулы. Краткое пребывание в Ленинграде успело оставить след в его судьбе: именно там он познакомился со своей бу-

дущей женой. Она училась в Твери, а в Северную столицу приехала на экскурсию. На учебу в Москву молодые люди перебрались вместе.

Варвара Петровна Сисакян (Алексеева) вспоминала о тех годах: студенты Тимирязевки жили небогато, коммуной. Стипендии сдавали в общую кассу, деньги тратили на оплату общежития, еду, культпоходы в кино. Посылки делили на всех. «В студенческой столовой разнообразия не было. Суп с пшеном или «шрапнелью» (перловой крупой) и обязательно с головой или хвостом соленой рыбы, чаще с судаком. На второе — каша из тех же круп с льняным или конопляным маслом или с куском соленой-пресоленой рыбы... В столовую ходили всей группой, высылая вперед дежурного занять очередь, что было совершенно необходимо: «захватить» закуску (селедку, капусту, винегрет), а главное — не опоздать на очередную лекцию». Времени хватало и на занятия, и на общественную деятельность, и на вечерние прогулки — по Лиственничной аллее, парку-дендрарию.

«Учеба у нас тогда была, как мне казалось, странная: больше находились на полях страны, чем в учебных аудиториях... Ездили по всему Советскому Союзу: Узбекистан, Центральная Черноземная область, Украина, Северный Кавказ и др. Поля Родины были основными нашими академиями», — писала В.П.Сисакян.

В 1932 году Норайр Сисакян окончил Сельскохозяйственную академию и поступил в аспирантуру в Институте удобрений, агропочвоведения и агротехники при СХА. Одновременно ему предложили работу в Комитете заготовок при Совнаркомом СССР, что сулило обеспеченную жизнь: квартиру, паек, высокую зарплату. Посоветовавшись с женой, он решил не бросать науку.

Его руководителем был академик Д.И.Прянишников, химик и агроном. Новый аспирант занялся фосфором и определял нарушения углеводного



Норайр Сисакян. 1927 г.



*Вместе с учителем —
академиком А.Н.Бахом.
1940 г.*



ПОРТРЕТЫ

обмена свеклы и цикория при его недостатке. Ю.Либих почти сто лет назад установил, что этот элемент необходим растениям. Однако методы использования фосфорных удобрений до тех пор были разработаны недостаточно. А необходимость в этом была: на Кольском полуострове начиналась добыча апатитов — сырья для их производства.

Возможно, у молодого исследователя возникали и более сложные вопросы. В какие соединения в растении входит фосфор, какую роль играет, как влияет на ферменты? Мировая биохимия вплотную подошла к решению этих загадок, открытия следовали одно за другим, однако в сельскохозяйственном институте было сложно заниматься судьбой фосфора в организме.

И тут Нораю Сисакяну в награду за упорство и преданность науке выпала еще одна удача. В начале 1935 года в Москве был открыт Институт биохимии. Его основателем и директором стал академик Алексей Николаевич Бах, который первым предположил и доказал экспериментально, что в процессе фотосинтеза участвуют перекисные соединения.

В судьбах двух ученых, несмотря на пятидесятилетнюю разницу в возрасте, есть немало общего. Будущий академик Бах родился в небольшом провинциальном городке Золотоноше Полтавской губернии, в семье техника-винокура. Семья жила скромно, Алексею приходилось работать в поле, на огороде. Только в десять лет он смог поступить в киевскую гимназию. После ее окончания в 1875 году пошел в Киевский университет. В Париже, в Коллеж де Франс, затем в Женеве, в домашней лаборатории, он провел классические исследования

фотосинтеза и ферментов растений. После революции вернулся в Россию и в 1918 году организовал Центральную химическую лабораторию, позже преобразованную в Физико-химический институт им. Л.Я.Карпова.

В 1935 году Бах начал набирать сотрудников в Институт биохимии АН СССР. Через помощницу С.С.Елизарову он обратился к Прянишникову, и тот назвал двух своих наиболее способных к науке учеников. Их пригласили к Баху на собеседование, и академик выбрал Сисакяна.

В институте подобрался сильный состав ученых. Здесь работали, например, В.А.Энгельгардт, обнаруживший АТФазную активность миозина (открытие, достойное Нобелевской премии); А.И.Опарин, предложивший смелую и интересную теорию происхождения жизни; А.Н.Белозерский, первым выделивший ДНК из растений; А.Л.Курсанов, Б.А.Рубин, А.А.Красновский, В.Л.Кретович и многие другие.

Для молодого исследователя Бах стал настоящим учителем. Он был требователен, в работу вникал основательно. Академик говорил: «Я люблю беседовать с Сисакяном. Меня увлекают его стремительность и быстрота. Это трепещущий человек с учащенным пульсом». Учитель отмечал целенаправленность ученика, его способность быстро ориентироваться. Оба сочетали интерес к фундаментальным проблемам с занятиями прикладными вопросами, в том числе технической биохимией. Сисакян всю жизнь с благодарностью вспоминал А.Н.Баха.

Работа — научная, организационная, педагогическая — стала главным в жизни Нораю Мартиросовича. Исследования были связаны с растениями, с нуждами сельского хозяйства — с тем,

что было близко и понятно с детства. В 1936 году Н.М.Сисакян защитил кандидатскую диссертацию «Роль фосфора в процессе сахаронакопления у сахарной свеклы», где проследил, как поступление фосфора влияет на активность ферментов.

Затем ученый приступил к исследованиям засухоустойчивости сельскохозяйственных культур. Биохимические процессы, сопровождающие обезвоживание, были известны плохо. Сисакян доказал, что при нехватке воды в растении происходят глубокие изменения обмена веществ, и, если эти изменения необратимы, наступает гибель. В 1940-м он защитил докторскую диссертацию «Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений».

Война ненадолго отвлекла от науки — в октябре 1941 года, когда начиналась битва за Москву, Нораю Сисакян пошел добровольцем в ополчение. Его семья, где уже было двое детей, уехала вместе с Институтом биохимии в эвакуацию во Фрунзе. Через несколько месяцев биохимика отозвали с фронта. Ему нашлось задание как ученому — разработать методы сушки овощей без потери витаминов и наладить производство витаминных концентратов и препаратов. Задача была успешно решена, и в 1943 году почти две трети картофеля и овощей сушили по технологии Сисакяна.

Сам ученый в 1942 году стал заведующим лабораторией энзимологии. Началась его деятельность организатора и руководителя. В 1946–1959 годах он был заместителем директора Института биохимии, с 1949 по 1959-й — научным секретарем и заместителем главного ученого секретаря Президиума АН СССР, с 1959 по 1963-й — академиком-секретарем Отделения биологических наук АН СССР, с 1963 по 1966-й — членом Президиума и главным ученым секретарем Президиума АН СССР. Одной из заметных вех его деятельности стала организация V Международного биохимического конгресса в Москве в 1961 году, где Н.М.Сисакян был генеральным секретарем.

Для биологии это было непростое время. После войны гонениям подверглись не только генетики, но и многие цитологи, физиологи. Мог пострадать кто угодно. В этих условиях Н.М.Сисакян, А.И.Опарин и другие сохранили Институт биохимии. В конце 50-х годов, когда в стране создавались первые организации, в тематику которых входили радиобиология, молекулярная и классическая генетика, Н.М.Сисакян поддержал их образование. Немало сил он затратил и на защиту Академии наук, которую Н.С.Хрущев хотел распустить.

Между тем научные исследования в лаборатории продолжались. Нораир Мартиросович вовремя понял, что для успешной работы нужно современное оборудование. Уже в 50-е годы он обзавелся ультрацентрифугой. Сотрудники пользовались электронным микроскопом, спектрофотометрами, радиоизотопами. Когда стали регулярными поездки за границу, заведующий лабораторией нередко привозил оттуда реактивы и всякие мелочи, покупая их на собственные деньги. А на выставках умел договориться о льготных условиях покупки приборов.

Однако главным в работе были, конечно, ученики, несмотря на растущий круг «посторонних» обязанностей в институте и академии. Доктор наук М.С.Оudinцова, в те годы аспирантка Сисакяна, вспоминала: «Запомнилась теплая атмосфера в лаборатории, которую создавал Нораир Мартиросович. Он вселял в нас уверенность, что все у нас получится, все мы сумеем сделать, и вообще все будет хорошо... Он был очень прост, демократичен, относился к нам как к своим детям, и мы позволяли себе вести себя с ним так, как ведут со старшими, но близкими людьми». При этом он был требователен, порой строг. И.И.Филиппович, доктор наук, рассказывала на одном из заседаний, посвященных памяти своего учителя: «Он очень быстро чувствовал, когда кто-либо из учеников, пасуя перед трудностями, хотел уйти в сторону, и тут же говорил: “Вы шли до сих пор по проспекту, а сейчас вы шагнули в переулок. Очень прошу вас вернуться на проспект”».

И.И.Филиппович вспоминала: «Каждую субботу Нораир Мартиросович проводил лабораторные семинары, которые требовали постоянной, очень серьезной работы сотрудников. Они были интересными, проходили на высоком научном и эмоциональном уровне и стали для нас настоящей школой». Ее слова можно дополнить воспоминаниями доктора наук Ю.Б.Филипповича: «Царила товарищеская, непринужденная обстановка; самые острые вопросы экспериментальной

работы рассматривались детально, иногда с пристрастием. Оригинальность научных данных не смущала ни руководителя семинара, ни его участников: так было, например, при обнаружении ДНК в пластидах...» Доктор наук К.Л.Гладилин отмечал: «Мнение каждого сотрудника приветствовалось и обсуждалось независимо от его научного ранга».

Какие черты руководителя обеспечивали успех? Сотрудники называли хорошее чутье на перспективные направления, смелость, широту и разнообразие подходов, умение организовать работу. Добрую память о своем учителе и руководителе сохранили и другие сотрудники института: Е.В.Косминская, доктор наук Н.В.Гумилевская.

Тематика строилась вокруг ферментов — выясняли закономерности их работы. Так, обнаружилось, что их активность подчиняется определенным ритмам, а также изменяется в зависимости от физиологического состояния организма и внешних воздействий.

С середины 40-х годов основной темой стало изучение биохимических процессов в органеллах растительных клеток. Больше всего интересовали пластиды, особенно хлоропласты. В них совершался один из самых важных в природе процессов — фотосинтез, в изучение которого большой вклад внесли русские ученые. Пластиды Н.М.Сисакян исследовал около двадцати лет, до конца жизни. Его лаборатория выясняла их химический состав, структуру, биохимические функции. Малозначащие на первый взгляд находки становились ключами к раскрытию больших проблем, от частых наблюдений переходили к обобщениям. Так, в пластидах впервые об-

наружили некоторые ферменты. Многие из них были прочно связаны с клеточными структурами, и выделить их никому в мире не удавалось, пока в лаборатории не разработали специальные методы. Н.М.Сисакян предположил, что прочность связывания ферментов меняется в зависимости от разных обстоятельств, в том числе и от физиологического состояния клетки, и затем пришел к выводу, что это новый способ регуляции ферментативной активности.

Обнаруженные ферменты не были нужны непосредственно для фотосинтеза. Возникла гипотеза, что хлоропласты не только улавливают свет и синтезируют углеводы, но и выполняют в клетке еще какие-то функции. Ученый поставил вопрос об относительной автономии хлоропластов в клетке, их способности к синтезу белка, липидов и других веществ. В этом Н.М.Сисакян опередил мировую науку. Он и его сотрудники первыми обнаружили в хлоропластах разных растений РНК и ДНК.

В 1955 году в лаборатории доказали, что изолированные хлоропласты включают в белки C^{14} -глицин, — это значило, что они способны синтезировать белок. Через год подобные данные получили в лаборатории П.Замечника в Гарвардском университете. Позже Сисакян и его сотрудники выделили из хлоропластов рибосомы, аминокил-тРНК-синтетазы и тРНК, а затем установили, что белоксинтезирующий аппарат хлоропластов больше похож на подобный аппарат бактерий, а не растений. В этих органеллах обнаружили также синтез липидов и фосфолипидов, способность к окислению жирных кислот. Собранные факты послужили аргументом в пользу симбиотической теории происхождения хлоропластов.

Эти работы получили признание в Советском Союзе и за границей. Книги, посвященные исследованиям хлоропластов, были переведены на несколько иностранных языков. Ученый докладывал о своих работах на международных съездах, например на VIII Международном ботаническом конгрессе в Париже, международных биохимических конгрессах в Брюсселе, Вене, Москве, Нью-Йорке.

Одна из прикладных тем занимала большое место в деятельности Н.М.Сисакяна — виноделие и коньячное производство. Конечно, это не случайно: он возвращался к тому, что было близко с детства, что позволяло поддерживать связь с родиной. Биохимику здесь было что исследовать: реакции, протекающие в виноградной ягоде при ее созревании, химизм созревания вин и коньяков, фи-



Н.М.Сисакян в лаборатории. 1940 г.



В пресс-конференции 14 апреля 1961 года участвуют Ю.А.Гагарин, В.В.Парин, Н.М.Сисакян, А.Н.Несмеянов и другие

зиолого-биохимические особенности сортов винограда и их связь с типом вина. Ученый много занимался технологией изготовления хереса, которым Армения знаменита не меньше, чем коньяком, и выделил биохимические признаки, пригодные для контроля его качества.

Используя новые биохимические методы, Н.М.Сисакян изучал процессы, происходящие при выдерживании коньячных спиртов в дубовых бочках. Он обнаружил в коньячных спиртах много новых соединений и выяснил, как их количество зависит от возраста спиртов. Исследовав биохимические реакции, протекающие при изготовлении шампанских вин, ученый предложил использовать ферментные препараты для ускоренного их созревания. С помощью этих препаратов технологи смогли сократить срок изготовления шампанского и повысить его качество.

Последнее детище Н.М.Сисакяна — космическая биология. Он стал одним из основоположников этой области и руководителем медико-биологических исследований, немало способствовал постановке проблем и поиску решений. Это направление давно стало неотъемлемой частью науки, однако в конце 50-х годов оно только зарождалось. Порой риск был очень велик, часто приходилось брать на себя большую ответственность. Так, Нораир Мартиросович был одним из тех, кто принимал решение о готовности космонавтов к полету.

Он подчеркивал необходимость широкого общебиологического подхода к

решению задач космической биологии, привлекал для этого многочисленные научные группы и лаборатории, ведущих специалистов из разных учреждений. Это обеспечило широкий фронт работ. Изучались действие невесомости и гравитации, обмен веществ, особенности нервной и гуморальной регуляции физиологических процессов, радиобиологические проблемы.

Именно тогда была заложена основа, благодаря которой наши космические биологи и медики до сих пор успешно соперничают и сотрудничают с коллегами из США и других стран.

Приближение космоса волновало и вдохновляло. Чувства и мысли находили выход в статьях и многочисленных выступлениях Н.М.Сисакяна. В них он говорил об освоении планет Солнечной системы, поисках жизни вне Земли, происхождении и сущности жизни, необходимости международного сотрудничества в освоении космического пространства.

После смерти Сталина международные контакты советской науки начали расширяться и укрепляться, она выходила «в люди». Этому очень помогали успехи в освоении космоса и атомной энергии. Однако положение было непростым: продолжалась холодная война, бомбоубежища стояли готовыми для немедленного использования.

Отбор людей, выезжающих за рубеж, был жестким. Кроме лояльности стране и властям немалую роль играло человеческое обаяние, способность растопить недоверие к посланцам «коммунизма», сориентироваться в неопределенной ситуации. Нораир Мартиросо-



ПОРТРЕТЫ

вич Сисакян часто представлял советскую науку на международных научных конгрессах и симпозиумах, в СССР организовывал приемы иностранных ученых, в том числе Лайнуса Полинга, Джона Бернала и многих других.

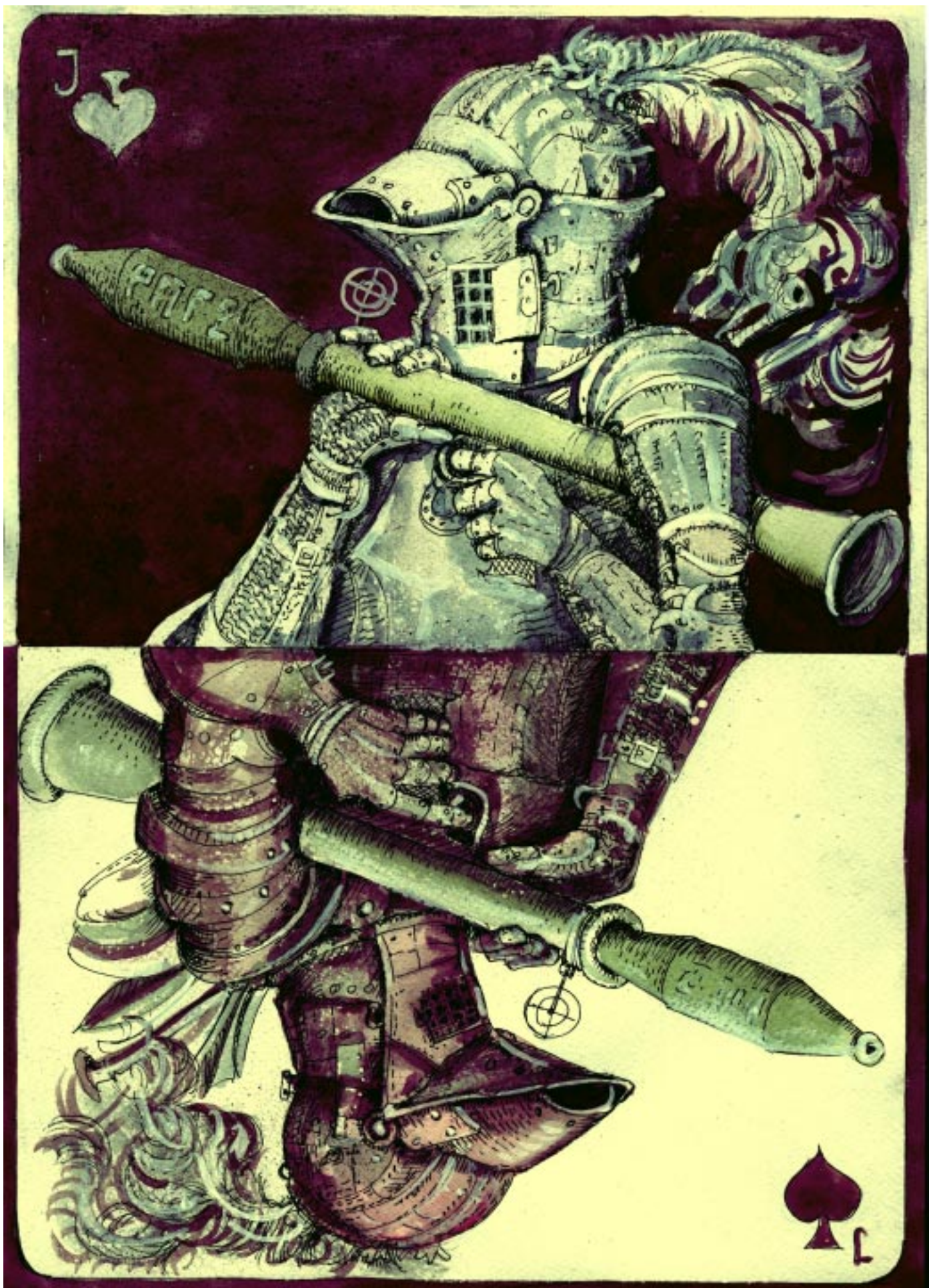
В 1956 году он вошел в консультативный комитет ЮНЕСКО по научным исследованиям в области точных и естественных наук. Н.М.Сисакян был членом делегации Советского Союза на трех сессиях Генеральной конференции ЮНЕСКО, работал в исполнительном совете ЮНЕСКО с 1959 по 1964 год. В 1964 году он был избран президентом XIII сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО. Участвовал в Пагуошском движении за мир, организовывал сотрудничество советских и американских специалистов в космической биологии. Многие зарубежные деятели науки и культуры с уважением и восхищением отзывались о Н.М.Сисакяне.

Трудно представить себе, как мог один человек столько сделать. Те, кто был рядом с ним, говорили о его удивительном трудолюбии, организованности и работоспособности. Наладить работу коллектива помогали обаяние, доброжелательность, заинтересованность в общем успехе. Крепкая и дружная семья придавала ему сил.

Распорядок дня был жестким. Подъем в шесть утра, зарядка, душ, легкий завтрак — и в семь часов он выходил на улицу. Прогулка до работы занимала два часа. В это время нередко в голову приходили удачные мысли. Часто обедал наспех, ужинал неплотно, спать ложился между десятью и одиннадцатью, перед сном успевая что-нибудь прочитать. В отпуске совершал долгие прогулки, иногда по четыре часа плавал в море. В академических дачных поселках, в Мозжинке, а потом в Ново-Дарьине, любил бывать в компании, вносил большое оживление в застолья. У него было много друзей.

Нораир Мартиросович Сисакян оставил заметный след в истории советской науки. В его судьбе можно найти немало поучительного.

М.Б.Литвинов



Атеросклероз: артиллерия бьет по своим



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

*Мы под Колпином скопом стоим,
Артиллерия бьет по своим.
Это наша разведка, наверно,
Ориентир указала неверно.*

*Недолет. Перелет. Недолет.
По своим артиллерия бьет.*

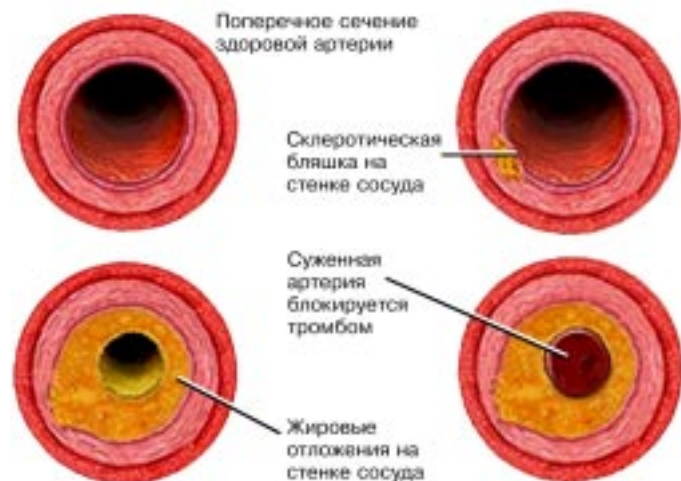
Александр Межиров

О нем плохо говорят и еще хуже пишут. О нем шепчутся на поминках. На борьбу с ним тратятся миллиарды. Чтобы его понять, защищают тысячи диссертаций и пишут тысячи научных статей. А он присутствует в каждой нашей клетке, и без него — никак.

Говоря точнее, он содержится в организмах всех животных, но отсутствует в растениях. Он необходим для образования и восстановления клеточных мембран, для формирования связей между клетками мозга, для обучения и памяти, для синтеза гормонов (в частности, половых — эстрогена и тестостерона), а также для образования витамина D на поверхности кожи под действием ультрафиолета. Он — это холестерин.

Третью его мы получаем с едой, две трети синтезирует печень, причем синтез стимулируют насыщенные жиры, которые содержатся в животной и молочной пище. Холестерин не растворим в воде, поэтому в крови он всегда упакован в липопротеины — округлые частицы, которые переносят по кровотоку липидные молекулы. Именно таким способом холестерин путешествует из печени в ткани. А если он в избытке — из тканей обратно в печень, где излишний холестерин утилизируется (или ретулизируется).

Традиционно считается, что причина атеросклероза, а также большинства сердечно-сосудистых заболеваний — повышение уровня холестерина в плазме крови. Но в последнее время много говорят о «хорошем» и «плохом» холестерине. В чем разница между ними?



1

Возникновение и развитие атеросклероза

Основной виновник атеросклероза — так называемый «плохой» холестерин, тот, который идет из печени в ткани и органы. Но «плохим» он становится только при плохом раскладе, когда начинает образовывать на внутренних стенках артерий жировые образования — бляшки. Маленькие бляшки остаются мягкими, но более старые, большие бляшки могут образовывать фиброзные шляпки, в которых откладывается кальций, — происходит кальцификация артерий. Это приводит к атеросклерозу: к сужению артерий и их затвердеванию. А это, в свою очередь, может вести к двум последствиям: кальцинированные и неэластичные артерии становятся узкими (именно это называют *стенозом*), скорость кровотока в них замедляется, так что кровь, обогащенная кислородом, не поступает в сердце (рис. 1). Возникает кислородная недостаточность — *ишемия*. За ней — ишемическая болезнь сердца, боль — *стенокардия*, а иногда сердечный приступ.

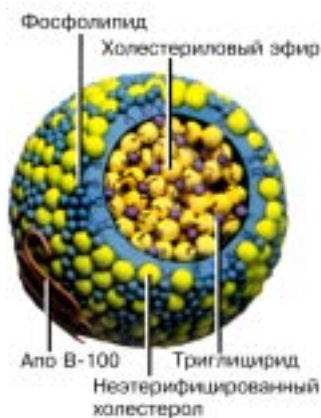
Второй вариант развития событий еще хуже: маленькие, так называемые нестабильные бляшки могут разорваться, что приведет к образованию тромба на их поверхности. Тромбы закупорят артерии, и тогда... в лучшем случае — острое коронарное событие.

Все эти процессы могут ускориться и утяжелиться факторами риска, которые действуют синергично: повышенным давлением, курением, ожирением, диабетом, малоподвижным образом жизни и, как становится очевидно в последнее время, — генетической предрасположенностью. Вдобавок повышенный уровень холестерина влияет не только на артерии, но и на сердечную мышцу, вызывая сердечную недостаточность.

Одно из самых главных доказательств, что именно избыточный холестерин главный виновник атеросклероза, — это многократно проверенный факт: если содержание холестерина повышено, его лекарственное понижение снижает смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. Но было бы полезно разобраться в деталях: что и почему происходит на пути от липидного шарика в крови до бляшки в сосуде. Тогда мы, во-первых, сможем выявлять начало атеросклероза как можно раньше, задолго до изменений в кардиограмме. А во-вторых, создадим лекарственные препараты, которые будут не снижать холестерин, а предотвращать его повышение.

Когда много плохого и мало хорошего

Итак, липопротеины — это частицы сферической формы, оболочка которых состоит из фосфолипидов, а внутри содержатся холестерин (точнее, эфир холестерина) и триглицериды. Белки, которые расположены на поверхности липопротеинов, называют аполипопротеинами, или апопротеинами. Именно они определяют судьбу холестерина — высвободится ли он из «упаковки», чтобы его поглотили клетки, или, наоборот, излишний холестерин будет удален из тканей и крови, упакован внутрь липопротеиновой



2
Строение холестерина липопротеинов низкой плотности — Х-ЛПНП. Частицы холестерина липопротеинов высокой плотности Х-ЛПВП имеют похожую организацию, но их основной аполипопротеин — АпоА

частицы и направлен в печень. Как правило, апопротеины — это коферменты (активаторы) ферментов, обеспечивающих метаболизм холестерина и триглицеридов. Апопротеины могут отсоединяться от одних липопротеинов и присоединяться к другим, тем самым меняя их «специализацию». Если сравнить фосфолипидную оболочку с конвертом, то апопротеин — это адрес, прямой или обратный.

Есть два основных типа липопротеинов. Первый из них содержит «плохой» холестерин. Правильное его название — холестерин липопротеинов низкой плотности — Х-ЛПНП (прошу прощения за неблагозвучную аббревиатуру, но без нее никак). Частицы Х-ЛПНП содержат преимущественно эфир холестерина и малые количества триглицеридов, поэтому и плотность у них низкая. На поверхности каждой частицы расположена одна молекула аполипопротеина — АпоВ (рис. 2). Этот белок обеспечивает «распаковку» холестерина и передачу его в клетки.

Содержание частиц Х-ЛПНП в крови определяется тем, сколько их синтезируется в печени и сколько уходит обратно в печень. Клетки печени распознают в крови избыточный Х-ЛПНП с помощью особых поверхностных рецепторов и «заглатывают» его. (За открытие этих рецепторов американские генетики Майкл Браун и Джозеф Голдстайн в 1985 году получили Нобелевскую премию.)

Второй главный игрок в этой команде — холестерин липопротеинов высокой плотности, Х-ЛПВП. Он «хороший». Именно он обеспечивает обратный транспорт — направление избыточного холестерина из тканей в печень. Иногда Х-ЛПВП называют «мусорщиком» или «дворником» (scavenger) — ведь он очищает от холестерина поверхности клеток и другие липопротеины. Эти пустые «мусорные контейнеры» секретируются в печени и кишечнике. Печень же расщепляет Х-ЛПВП после его странствия по организму, причем собранный в нем холестерин или экскретируется в виде желчных солей, или используется вновь. У Х-ЛПВП есть и другие хорошие свойства — противовоспалительные и антиоксидантные. Но о них мы поговорим позже. Здесь скажем только, что основной белок Х-ЛПВП — аполипопротеин А-1, или АпоА.

(На самом деле липопротеинов, связанных с холестерином, гораздо больше. Например, «съеденный» холестерин из кишечника в печень переносят хиломикроны, громадные частицы диаметром до 500 нм. Для сравнения, диаметр Х-ЛПВП — до 15 нм.)

Итак, «плохой» Х-ЛПНП называют атерогенным — вызывающим атеросклероз, а Х-ЛПВП — антиатерогенным. Это показали многочисленные проспективные исследования. Например, у 10 000 исходно здоровых мужчин и женщин в течение 10 лет регулярно измеряли уровни Х-ЛПНП и Х-ЛПВП. За это время у некоторых добровольцев возникал атеросклероз, происходили нефатальные и фатальные инфаркты миокарда, ишемические инсуль-

ты (вызванные атеросклерозом сонной артерии, снабжающей кровью мозг). Так вот, было доказано, что повышение уровня «плохого» Х-ЛПНП и понижение уровня «хорошего» Х-ЛПВП повышают риск возникновения всех этих опасных недугов.

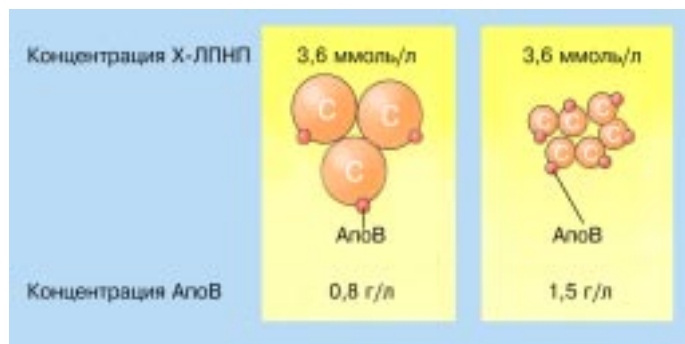
Выяснилось, однако, что дело не только в количестве, но и, как ни странно, в расфасовке.

Мелкий враг коварней крупного

Частицы Х-ЛПНП сильно различаются по своему липидному составу, заряду, размеру и даже по форме. И чем меньше диаметр частиц Х-ЛПНП, тем они опаснее. Такие частицы Х-ЛПНП были названы мелкими плотными (по сравнению с «нормальными» они имеют более высокую плотность и пониженное содержание триглицеридов).

Теперь самое время познакомиться с новым термином — «предиктор», от английского *predict* — предсказывать. Предиктором медики называют соединение, изменение концентрации которого предсказывает возникновение некоей патологии или группы патологий. Например, мелкие частицы Х-ЛПНП — предиктор сердечно-сосудистых заболеваний и острых коронарных событий. Будучи более мелкими и плотными, они быстрее проникают в стенки сосудов и вызывают образование бляшек. К тому же они медленнее поглощаются печенью, поскольку у них изменено сродство к рецепторам печени и, как следствие, больше срок жизни в плазме (рис. 3). В общем, тот самый случай, когда «шесть чекушек гораздо хуже трех поллитр»...

Уровень мелких плотных частиц Х-ЛПНП в значительной степени предопределяется генетическими фактора-



3
При одинаковой концентрации Х-ЛПНП в одном случае количество мелких плотных частиц (определяемых по концентрации АпоВ) в два раза выше, чем в другом. В этом случае в два раза выше и риск сердечно-сосудистых заболеваний

ми. А повышение этого уровня связано не только с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний, но и с метаболическим синдромом (это глубокое очень опасное изменение в обмене веществ), и с инсулинзависимым диабетом.

Итак, у двух лиц с одинаковыми уровнями холестерина, связанного с Х-ЛПНП и с Х-ЛПВП, могут быть разные риски и разные тяжести атеросклероза, — если у одного из них большая часть «плохого» холестерина расфасована в мелкую упаковку. Но можно ли измерять размеры частиц Х-ЛПНП в биохимической лаборатории обычной центральной районной больницы? Теоретически — можно, на деле — увы. Для этого нужны электрофорез в полиакриламидном геле в неденатурирующих условиях, или электронная микроскопия, или высокоэффективная гель-фильтрационная хроматография, или (мечтать так мечтать) ядерная

магнитно-резонансная спектроскопия... А нет ли метода попроще?

Вспомним, что на каждую частицу X-ЛПНП, независимо от ее размера, приходится только одна молекула апопротеина В. Измерить концентрацию этого белка можно с помощью иммунологических методов (например, иммунотурбидиметрии). Одновременно измерим и концентрацию АпоА, его тоже только по одной молекуле на каждую частицу X-ЛПВП.

В марте 2006 года на страницах одного из самых престижных медицинских журналов появился «манифест», подписанный тридцатью специалистами из 10 стран («Journal of Internal Medicine», 2006; 259 (3)). Они призывают установить новые правила для оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний — заменить принятое сейчас определение в плазме общего холестерина, X-ЛПНП и X-ЛПВП на измерение концентраций АпоВ и АпоА. Ведь риск атеросклероза связан не столько с концентрациями холестерина, сколько с количеством атерогенных и антиатерогенных частиц, которые присоединяются к стенкам сосудов и проникают в артериальные стенки. Именно баланс Апо В/Апо А — самый точный индикатор риска у лиц с бессимптомными сердечно-сосудистыми заболеваниями, а также у диабетиков. Более того, отношение АпоВ/АпоА — самый адекватный показатель эффективности терапии, направленной на снижение «плохого» холестерина.

Но уменьшение размера частиц X-ЛПНП — к несчастью, далеко не единственное, что делает «плохой» холестерин очень плохим. Есть весьма убедительные указания на то, что избыток глюкозы в крови диабетиков приводит к нарушению обмена холестерина: главная причина смертности таких больных — сердечно-сосудистые заболевания, вызванные гиперхолестеринемией. Высокая глюкоза ведет к высокому холестерину. Но как?

Прежде всего, путем гликозилирования — неэнзиматического присоединения глюкозы к апопротеину В. Такой модифицированный Апо В делает частицы X-ЛПНП более атерогенными. Получается, что из двух пациентов с одинаковым количеством частиц X-ЛПНП одинакового размера в худшем положении тот, у кого больше глюкозы в крови, — его «плохой» холестерин опаснее.

Похоже, традиционная концепция атерогенеза становится прокрустовым ложем для новых фактов: все, что в нее не укладывается, подлежит «обрубанию». В этом ложе удобно располагается нарушение баланса «хорошего» и «плохого» холестерин, но что делать с другими фактами? Не замечать их? Не видеть, что изменения концентраций холестерина, связанного с липопротеинами, не объясняют всех случаев риска сердечно-сосудистых заболеваний? Закрывать глаза на то, что примерно половина всех сердечных приступов и ишемических инсультов происходит при нормальных холестеринах? А между тем размер «плохих» частиц и уровень гликозилирования апопротеина — лишь два факта из множества...

Слепая артиллерия неспецифического иммунитета

Как известно, у человека есть неспецифический и специфический иммунитет. С неспецифическим мы рождаемся, специфический приобретаем при столкновении с инфекциями. Его основа — антитела, синтезированные лимфоцитами при их контакте с антигенами. Обычно для синтеза нужных антител и, следовательно, для уничтожения инфекционного агента требуется как минимум несколько дней. И весьма вероятно, что появление в крови этого



высокоточного оружия, мягко говоря, слегка запоздает. В 1346—1351 годы в Западной Европе бушевала «черная смерть» — бубонная чума, от которой умерло более 25 миллионов человек. Из десяти заболевших выживал только один...

К счастью, в борьбе со смертоносными врагами нас может выручить «оружие массового поражения» — неспецифический иммунитет. Он состоит из комплекса защитных факторов, заранее готовых к бою, независимо от того, проник ли враг в организм. Неспецифический иммунитет обеспечивает однотипные и простые реакции на любые чужеродные антигены. Его главные клеточные компоненты — фагоциты, а не клеточные — система комплемента, цитокины, интерлейкины, С-реактивный белок (этот последний персонаж будет для нас особенно важен). Основная задача фагоцитов — захватывать и переваривать микроорганизмы. Система комплемента — это группа белков, которые, взаимодействуя в строго определенной последовательности, разрушают и стенки бактериальных клеток, и — внимание! — стенки собственных клеток организма. Образно говоря, неспецифический иммунитет — это тяжелая артиллерия, которая, уничтожая смертельного врага, бьет и по своим. И делает это сразу. Как иногда пишут в обзорных статьях, fast but blunt — быстрая, но слепая.

Основа неспецифического иммунитета — «химическое оружие»: окисление бактериальных клеток за счет специально синтезируемых активных форм кислорода. Молекулярный кислород сам по себе внутри организма в неконтролируемые реакции обычно не вступает. Чтобы перевести кислород в боевую форму, нужны ферменты: оксидазы и оксигеназы.

Главные активные формы кислорода — супероксидные радикалы (O_2^-), перекись водорода (H_2O_2), гидроксильные (свободные) радикалы ($\cdot OH$, $HO_2\cdot$), синглетные формы кислорода (1O_2), ионы HO_2^- . Когда фагоцитирующая клетка вступает в контакт с врагом, в ее плазматической мембране активируется НАДФ⁺Н-оксидаза, которая из свободного молекулярного кислорода образует O_2^- . В конечном счете с участием ионов железа происходит дисмутация активной формы кислорода до H_2O_2 . Выброс активных форм кислорода убивает бактериальные клетки.

Центральный нападающий в этой атаке — миелопероксидаза, гем-содержащий фермент фагоцитов. Когда эти клетки активируются чужеродным агентом, часть молекул миелопероксидазы выбрасывается во внеклеточное пространство. Снаружи клетки много хлорида, который этот фермент превращает в хлорноватистую кислоту: $H_2O_2 + Cl^- + H_3O^+ = HClO + 2 H_2O$. Ее соли, гипохлориты, — сильнейшие окислители и, следовательно, мощные антимикробные средства. Кроме того, миелопероксидаза катализирует реакцию между NO и H_2O_2 , которая дает пероксинитрит OONO — еще один мощный окислитель. Такое химическое оружие может повреждать ткани собственного организма. Это и происходит при многих воспалительных процессах, таких, как ревматоидный артрит, ки-

стозный фиброз, воспалительные заболевания кишечника, сепсис, заболевания легких у новорожденных.

Так почему же природа изобрела и повсеместно внедрила этот обоюдоострый механизм неспецифического иммунитета? Потому, что был выбор: или верная и быстрая смерть от инфекций, или вероятная и медленная — от атеросклероза.

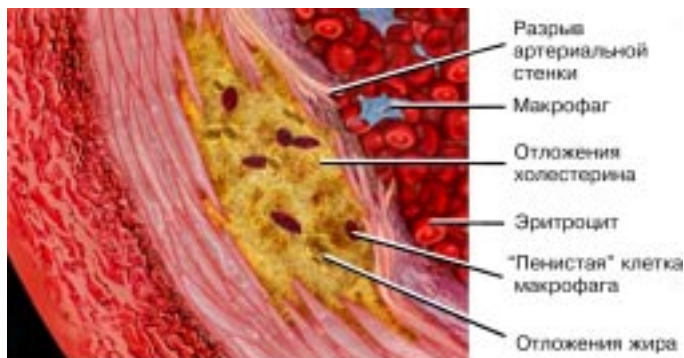
Но при чем здесь атеросклероз?

Осмотр на месте преступления

При том, что миелопероксидаза, по образному выражению исследователей, «дымящийся пистолет», всегда обнаруживаемый на «месте преступления» — в атеросклеротических повреждениях стенок сосудов. Отсюда и тяжелое обвинение: одна из главных причин атеросклероза — не повышение уровня Х-ЛПНП, а его окисление за счет миелопероксидазы. Этот фермент, как уже говорилось, образует целый букет высокорективных соединений. А они окисляют и модифицируют в «плохом» Х-ЛПНП практически все — белки, фосфолипиды, холестерин. Нормальный, пусть «плохой», но «свой» Х-ЛПНП превращается в окисленный и уже «чужой» Х-ЛПНП. И тогда иммунная система начинает его уничтожать. Макрофаги опознают модифицированный Апо В как чужеродный агент и начинают интенсивно поглощать окисленный Х-ЛПНП. При этом они становятся так называемыми пенистыми клетками, перегруженными окисленными фосфолипидами и холестерином. И в стенках артерий начинается медленный воспалительный процесс (рис. 4).

Второй «дымящийся пистолет», как многократно и четко показано, — это собственно повышенные уровни окисленного Х-ЛПНП. Они значительно повышают риск атеросклероза, острых коронарных событий и ишемических инсультов.

Часто появляются сообщения, что атеросклероз — инфекционное заболевание. И в самом деле, если атеро-



4

Строение атеросклеротической бляшки, образовавшейся в результате воспалительного процесса

склероз — это воспалительный процесс, вызванный активацией неспецифического иммунитета, то микробы, основная мишень иммунитета, могут заодно с воспалением вызывать и атеросклероз. В одном из недавних исследований изучалась связь между окисленным Х-ЛПНП, хроническими инфекциями (кишечная палочка *Escherichia coli*, хламидии *Chlamydia pneumoniae*, возбудитель язвы *Helicobacter pylori*, цитомегаловирус) и атеросклерозом сонной артерии. Подозрения подтвердились. У пациентов с клиническими проявлениями хронических инфекций наблюдались и высокие уровни окисленного Х-ЛПНП, и высокие показатели тяжести атеросклероза. Так что связь действительно есть. Инфекции активируют неспе-

цифический иммунитет, а он повреждает ключевые компоненты метаболизма холестерина, вызывает воспаление в сосудистой системе и, следовательно, сердечно-сосудистые заболевания.

Таким образом, атеросклероз — не инфекционное заболевание, но хронические инфекции могут приводить к его возникновению и развитию.

Еще один соучастник — фосфолипаза А2, ассоциированная с липопротеинами. Ее цель благородна: уничтожить подвергнувшиеся окислению фосфолипиды, которые содержатся уже в совсем «плохом» окисленном Х-ЛПНП. Но с другой стороны, высокий уровень этой фосфолипазы — тревожный признак, ведь она присутствует в атеросклеротических бляшках. А ее повышенная активность — предиктор заболеваний коронарных артерий, инфарктов миокарда и ишемических инсультов. (Что касается инсультов, этот предиктор более надежен, чем уровень холестерина! Тест для определения уровня этого фермента в плазме одобрен в США для оценки индивидуального риска ишемического инсульта.)

Итак, в атеросклеротических повреждениях обнаруживаются миелопероксидаза, окисленный ею Х-ЛПНП и фосфолипаза А2, которая это безобразие пытается удалить. Но там же обнаруживается еще один «дымящийся пистолет», и какой! Настоящий крупнокалиберный «магnum». Это СРБ — С-реактивный белок (читается как «Ц-реактивный»).

Тот, кто отдал приказ

У человека, как и у других млекопитающих, в воспалительном процессе есть «острая фаза» — важнейшее звено неспецифического иммунитета. Для острой фазы характерны повышенная температуры, изменение проницаемости сосудов, а также биосинтетического и метаболического профиля многих органов. В развитии этого процесса участвуют системы всего организма: иммунная, центральная нервная, эндокринная, сердечно-сосудистая.

Белки острой фазы — это около 30 белков плазмы крови, которые синтезируются в печени. Важнейшее свойство большинства этих белков — их неспецифичность по отношению к первопрочине воспаления («семь бед — один ответ»), высокая корреляция их концентраций в крови с тяжестью заболевания. А роль их состоит в том, чтобы ограничить очаг повреждения, удалить повреждающий фактор, восстановить нарушенную структуру.

СРБ — это центральный нападающий острой фазы воспаления. Как только в организме появляется чужеродный агент — бактерии, вирусы, частицы некротизированной ткани, — это запускает синтез СРБ. И его уровень в крови возрастает не только очень быстро, в первые 6—8 часов, но и очень резко — в 20—100, а иногда и в 1000 раз! (Нормальная концентрация СРБ в плазме здорового человека составляет 1,0 мг/л.)

Этот белок состоит из пяти одинаковых субъединиц, нековалентно связанных между собой. На одной стороне молекулы расположен участок, с которым, в присутствии ионов кальция, связываются «чужие» лиганды, на другой участок, который, после того как первый распознал врага, включает систему уничтожения — так называемый каскад комплемента.

Так вот, при концентрациях СРБ меньших, чем 1,0 мг/л, риск сосудистых осложнений (таких, как острый инфаркт миокарда, инсульт) минимальный. При 1,1—1,9 — низкий. При 2,0 — 2,9 — умеренный. При больших, чем 3 мг/л, — высокий. Есть над чем задуматься.

Доказано, что СРБ специфически связывается с окисленным Х-ЛПНП — а коль скоро связывается, то и вклю-

чает воспалительный процесс в стенках артерий. Кроме того, его находят в местах преступлений: на воспаленной поверхности атеросклеротических сосудов, в бляшках, в поврежденных участках при остром инфаркте. А самое важное — увеличение его концентрации связано с повышенным риском коронарных приступов, даже если концентрация холестерина в норме.

И пожалуй, одно из самых серьезных доказательств виновности СРБ в атерогенезе — недавно синтезированный ингибитор этого белка. Он был создан на основе комплекса СРБ и фосфохолина — компонента бактериальных мембран, к которому СРБ имеет наибольшее сродство. В опытах на мышах этот ингибитор уменьшал риск смертности и предотвращал увеличение зоны инфаркта.

В общем, вердикт мировой медицинской общественности по поводу роли СРБ в развитии атеросклероза и его тяжелых осложнений единодушен: «Виновен!» Похоже, что приговор окончательный и обжалованию не подлежит.

Когда «хороший» становится «плохим»

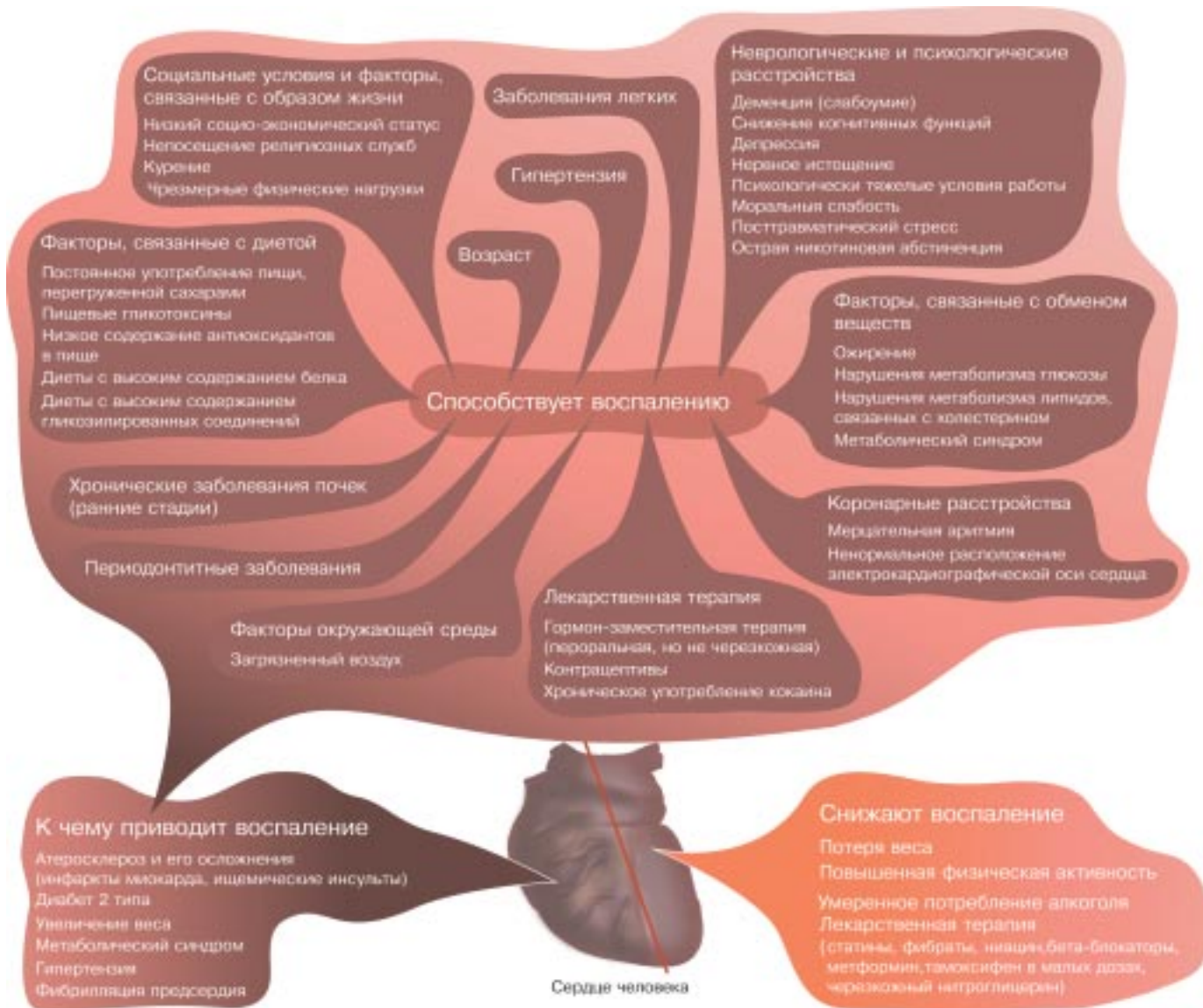
Разумеется, все, что здесь говорится о холестерине, неспецифическом иммунитете и атеросклерозе, — сильное упрощение. Если сравнить реальную общую картину метаболизма холестерина, например, с многоходовыми схе-



мами уклонения от налогов, последние будут выглядеть проще пареной репы.

Казалось бы, частицы Х-ЛПВП — однозначно хорошие: удаляют избыточный холестерин из тканей и крови, обладают антиатерогенными, антиоксидантными, противовоспалительными и другими полезными свойствами. С ними связан особый фермент параоксоназа 1, который предотвращает окисление Х-ЛПВП и даже расщепляет токсичные окисленные липиды в составе о-Х-ЛПВП. Можно ли было ожидать, что при воспалении Х-ЛПВП из антиатерогенного станет атерогенным?

Оказывается, при острой фазе воспаления снижается концентрация основного апопротеина Х-ЛПВП — ApoA,





который обеспечивает обратный транспорт холестерина. И более того, также снижается уровень параоксоназы 1. Таким образом, при воспалительном процессе большинство из антиатерогенных функций Х-ЛПВП превращаются в свою противоположность. И «хороший» Х-ЛПВП становится «плохим».

Но зачем это делается? Вопрос «зачем?» вполне правомерен: ведь если окисление Х-ЛПНП при воспалении — побочный эффект действия неспецифического иммунитета, то переход в острой фазе воспаления противовоспалительного Х-ЛПВП в провоспалительную форму больше похож на запрограммированный механизм. Неужели для того, чтобы человек, не погибший от острой инфекции, медленно умирал от атеросклероза?

Есть точка зрения, что Х-ЛПВП появился в процессе эволюции как составная часть системы неспецифического иммунитета. И его противовоспалительные свойства — дополнительная функция, направленная на предотвращение воспаления в отсутствие острой фазы. А при остром воспалении переворачивание Х-ЛПВП из доктора Джекила в мистера Хайда усиливает воспалительный процесс, цель которого — восстановление нормы. А уж если при этом начинается атеросклероз, то... извините, организму не до того. Лечим сначала самое страшное и неотложное, выживем — там разберемся.

Разобрались. У лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями действительно часто обнаруживается «плохой» — провоспалительный и атерогенный вариант Х-ЛПВП.

Но это, к несчастью, еще не все, что делает воспаление с Х-ЛПВП. Не будем забывать о миелопероксидазе. Как оказалось, она окисляет и его тоже. АпоА частиц Х-ЛПВП, циркулирующих в плазме пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, содержит много 3-нитротирозина и 3-хлортирозина — это признаки активности миелопероксидазы. Хлорирование и нитрирование АпоА приводит к уменьшению обратного транспорта холестерина, осуществляемого Х-ЛПВП.

Итак, Х-ЛПВП — действительно «хороший». Но до поры до времени. Как только в организме начинается воспалительный процесс — и он становится «плохим».

Еще одна загадка — липопротеин (а)

Обозначается он как Lp (a), а читается как «липопротеин «а» малое». Это опасный родственник «плохого» Х-ЛПНП. Собственно, он и есть Х-ЛПНП, но с довеском: еще одним белком — апопротеином (а), который связан с Апо В дисульфидной связью. Опасность его предопределяется генетически — размером гена апо (а). У кого ген Апо (а) короткий, у того и жизнь может быть такой же. Ибо чем меньше размер апопротеина (а), тем выше концентрация частиц Lp (a) в крови. А атерогенность у них очень высокая. Из-за того что уровни Lp (a) заданы генетически, понизить его концентрацию в крови практически невозможно ни изменением диеты, ни снижением веса, ни препара-

татами, обычно применяемыми для снижения холестерина (статины). Тем не менее измерять уровни Lp (a) рекомендуется лицам с ранними проявлениями сердечно-сосудистых заболеваний, тем, у кого от этих заболеваний страдают близкие родственники, и тем, у кого терапия, направленная на снижение холестерина, их не снижает. Итак, согласно современным представлениям атеросклероз — это вызываемый неспецифическим иммунитетом вялотекущий воспалительный процесс в стенках сосудов. Однако в последнее время было сделано тревожное открытие. Стало ясно, что неспецифический иммунитет активируется различными и крайне неожиданными факторами, не имеющими отношения ни к инфекциям, ни к чужеродным агентам. Такими факторами могут быть, во-первых, внутренние нарушения метаболизма, во-вторых, гомеостатические стрессы (стрессы, которые нарушают координирование физиологических процессов, поддерживающих устойчивые состояния организма), в-третьих, преддиабетические состояния, в-четвертых, ранние нарушения тканей (почечных, легочных, соединительных) и, наконец, в-пятых — внешние факторы, не связанные с внедрением в организм чужеродных агентов. Новая модель активации неспецифического иммунитета названа «моделью опасности». О каких опасностях она предупреждает и как им противостоять — можно увидеть на схеме.

Но что это все означает? Побочный эффект мощной артиллерии неспецифического иммунитета, которая, поражая смертельного врага, бьет и по своим? Или может быть, в каких-то особых условиях организм почему-то сам подает команду «Огонь на меня!»?

Мы под Колпином скопом лежим
И дрожим, прокопченные дымом.
Надо все-таки бить по чужим,
А она — по своим,
По родимым.

P.S. Согласно статистике ВОЗ Россия занимает первое место в мире по смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. От них умирает 57% наших соотечественников. Из каждых 100 тысяч только от инфаркта миокарда ежегодно умирает 330 мужчин и 154 женщины, от инсультов — 204 мужчины и 151 женщина. Всего от сердечно-сосудистых заболеваний в России погибает 1 300 000 человек в год.

Более подробную информацию об атеросклерозе и его диагностике можно найти на сайте www.diakon-diagnostics.ru (ЗАО «ДИАКОН», г.Пушино Московской области)



ДИАКОН

диагностические
системы

От диагностики, когда «заболевание *уже...*» —
к оценке риска, когда «заболевание *еще не...*»

Новое поколение реагентов «DiaSys» — Diagnostical Systems (Германия)

Набор для высокочувствительного измерения концентрации

C-реактивного белка

C-реактивный белок CRP U-hs (U-hs: universal and high sensitive) — предиктор:

- скорости прогрессирования атеросклероза,
- острых коронарных событий,
- ишемических инсультов,
- осложнений после гемодиализа,
- осложнений диабета,
- патологий беременности

Наборы для измерения соотношения концентраций

АpoB/АpoA (аполипопротеинов B и A)

Аполипопротеин A1 (Apolipoprotein A1 FS) и Аполипопротеин B (Apolipoprotein B FS) – предикторы

- фатальных и нефатальных инфарктов миокарда

Набор для измерения концентрации

Lp(a) — Липопротеина (a)

Липопротеин (a) (Lp(a) FS) – предиктор:

- генетической предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям,
- генетически опосредованных острых коронарных событий,
- генетически опосредованных ишемических инсультов

Набор для измерения концентраций

гликозилированного гемоглобина

HbA1c FS — предиктор:

- развития и тяжести макро- и микрососудистых осложнений диабета,
- общей смертности,
- фатальных и не фатальных инфарктов миокарда,
- ишемических инсультов,
- диабетической ретинопатии,
- нефропатии,
- микроальбуминурии,
- нейропатии,
- врожденных патологий плода,
- колоректального рака

Центральный офис — 142290, г. Пущино, МО, пр. Науки 5

факс: (4967) 330528; тел.: (4967) 330554, (4967) 730693 sale@diakon-diagnostics.ru

Московский офис — 117452, Москва, Внутренний проезд, дом 8, строение 9.

факс: (495) 975-7812; тел.: (495) 975-7810, (495) 975-7811 (многоканальные) market@diakon-diagnostics.ru
www.diakon-diagnostics.ru

В одну телегу впрячь ВОЗМОЖНО

Кандидат
физико-математических наук
Л.А.Ашкинази

Классы и гибриды

Есть вещи, о которых каждый человек что-то слышал — независимо от его специальности. Любой технарь знает, что именно рисовал Айвазовский, а гуманитарий слышал что-то об электронных лампах и транзисторах. Первые — это такие стеклянные и сейчас вроде бы не применяются, а транзисторы — это такое маленькое, и еще слово «силициум». Для технаря здесь ошибок столько же, сколько слов, плюс безграмотность, ну да ладно. Читатели нашего журнала эту головоломку решат легко...

Деление объектов на классы — общенаучная методика. Биолог делит зверей на виды, технарь отличает паровозы от паровых автомобилей, а электромобиль и даже электровоз — от электромотриссы. Деление на классы является следствием понимания и само помогает понимать, но оно и не абсолютно, и не постоянно. Всегда есть возможность обнаружить или создать объект, который «не лезет в ворота», и всегда остается возможность, что он появится завтра. Неучи и сумасшедшие (иногда с большими научными погонями) ежедневно опровергают теорию относительности, но ни один нормальный физик не скажет, что ее уточнение и дополнение невозможны в принципе.

Философы могут до падения гигантского метеорита на Землю обсуждать, объективно ли существование класса, но мы-то твердо знаем, что, если сесть на электронную лампу и на транзистор, и тактильное ощущение, и звук будут разными. В мире людей разницу между вещами отражает специализация ученых и инженеров, нечеткость и подвижность границ — изучение опыта «соседей по фронту» и заимствование методов и решений. Когда-то мы писали о гибридных приборах (1986, № 1, с. 34), но, как и следовало ожидать, ситуация изменилась — стало ясно (на какое-то время...), каким из существующих приборов суждено развиваться, скажем осторожно, в ближайшее десятилетие. Это — вакуумные интегральные схемы (ВИС).

В уже сложившейся области применения никто не станет переходить с ламп или транзисторов на никому не известные гибриды «ужа с ежом». Здоровый консерватизм заказчиков разумно ограничивает безудержный полет фантазии разработчиков. Хорошие шансы на внедрение чего-то нового есть в новых областях применения, где заказчик вынужден «сбавить тон» и вежливо слушать разработчика. Направления развития техники можно классифицировать по изменяющимся параметрам — увеличение мощности, количества элементов на чипе, термостойкости и т.д. Поэтому у виратора, о котором мы недавно писали, перспективы радужные — аргумент «самая большая мощность» не опоришь. У вакуумных интегральных схем ситуация сложнее — меньше транзисторов их пока делать не научились, поэтому аргумент в их защиту много лет носил комбинированный характер — они-де термо- и ра-

диационностойкие и не намного больше транзисторов. Звучит это менее убедительно, и поэтому путь их развития оказался столь долог.

Принцип и устройство

Принцип действия электронной лампы прост — катод эмитирует электроны, электрическое поле управляет их движением, электроны в большем или меньшем количестве прилетают на анод. Ток в цепи сетки мал или вообще отсутствует — поэтому и мощность для управления нужна малая, а напряжение на аноде может быть большим, значит, и управляемая мощность может быть большой. Из этого короткого описания видно, что полупроводники лампе не нужны: следовательно, она может быть термо- и радиационно-стойкой, вакуум — сегодня не вопрос, а что касается габаритов, то традиционными способами лампу размером в 10 мкм действительно не сделать, но разве зря полупроводниковая техника столько лет развивалась? Возьмем технологию из нее: на изолирующую подложку нанесем проводящую пленку, на нее — слой изолятора, потом проводник, потом опять изолятор, вытравим в этом слоеном пироге цилиндрический колодец до первого проводника и сверху напылим сплошной слой, который закроет колодец крышкой.

Мы получили электронную лампу: первый проводящий слой — катод, второй — сетка, третий — анод. Правда, у этой лампы несколько необычная геометрия — но теоретики и не такое умеют обсчитывать; необычная, мягко говоря, конструкция — но зря, что ли, за полупроводники Нобелевские премии и «Глобальные энергии» дают? Пусть хоть от их полупроводниковых технологий лампам польза будет. Одно плохо — чтобы катод эмиттировал, его (при условии изготовления из вполне определенных веществ, да по непростой технологии) надо греть хотя бы до 700°С. Процессор, который работает, только если нагреть его до красного каления, — это, как сказали бы мои студенты, круто. Но дело не в крутизне, а в том, что при этих температурах скорость диффузии велика и наши диэлектрики шустренько перемешаются с нашими проводниками. Почему этого не происходит в обычной лампе? Да потому, что в ней нагрет только катод! А обеспечить в твердом теле на расстоянии в десять микрон перепад температуры в сотни градусов не получится.

Возникает естественная мысль — обойтись без термокатада. Пожалуйста: существует фотоэмиссия. Правда, непонятно, как освещать катод через металлическую крышку колодца... Хотя тонкие пленки некоторых металлов, говорят, полупрозрачны, да кстати существует фотоэмиссия не «на отражение» — при засветке из колодца, а «на прострел», при засветке со стороны подложки. А уж сделать прозрачную подложку — хоть из сапфира, хоть из ситалла — вообще не вопрос. Почему же С.А.Спиндт из Стэнфорда придумал в 1973 году вакуумную интегральную схему не с фотоэмиссией, а с эмиссией автоэлектронной? Никто этого не знает; тем более до применения автоэмиссии было доду-



маться труднее. (Существует еще одно, несколько более экзотическое решение — но мы о нем поговорим позже.) Просто потому, что автоэлектронная эмиссия требует больших электрических полей и, как мы привыкли, больших напряжений. А фотоэмиссия не требует никаких! Тем не менее — так легли карты, или, если угодно, так встали звезды, что он придумал то, что придумал. В том самом Стэнфорде, где братья Варияны когда-то изобрели пролетный клистрон — генератор СВЧ-колебаний, где позже поставили мировой рекорд его мощности, где построили самый большой линейный ускоритель и еще много чего.

При большой напряженности поля на катоде потенциальный барьер делается тонким и электроны из катода туннелируют в вакуум, проходят «сквозь», не тратя энергии. Это принципиально квантово-механический эффект, никаким наглядным способом, никак «научно-популярно» объяснить его невозможно, и попытки это сделать — следствие необразованности или жульничества. Человек со своими масштабами живет в не-квантовом мире и весь наш повседневный жизненный опыт, на который опираются популяризаторы, не может в этом случае стать опорой восприятия. Известны немногие эксперименты, когда квантовые эффекты проявляются в макромасштабах, но человек с такими ситуациями просто так не сталкивается. Возможно, что через полвека некоторая часть человечества будет воспринимать все «квантовое» как нечто простое и естественное, вообще не требующее какой-либо популяризации. Действительно, попробуйте человеку догероновских времен объяснить, что значит «падаю на сиденье, пристегиваюсь, жму на газ...». Причем объяснить не как-нибудь, а популярно.

Автоэмиссия

Раз электрон при автоэмиссии не тратит энергию на выход из металла — значит, металл не надо греть, чего мы и добились. А откуда взять высокую напряженность поля? Она зависит от среднего поля в приборе (отношение внешнего напряжения к величине зазора) и геометрии эмиттера, и для увеличения поля на эмиттере применяются «острые» формы — выступы, нити, острия, лезвия, торцы трубок — или их системы — пучки нитей, пакеты лезвий, углеродные нанотрубки и т.п. Для отбора относительно больших токов используют многоострийные системы, многоэмиттерные системы на краях пленок и фольг и т. п. В зависимости от размеров эмиттеров и расстояния до анода напряжение, обеспечивающее величину электрического поля, достаточную для возникновения автоэлектронной эмиссии, может составлять от сотен вольт до нескольких десятков киловольт.

Ключевой вопрос техники автоэмиттеров — создание и стабилизация «острого» рельефа поверхности. Создается он чаще всего электрохимическим травлением, так как механическим путем получить острие или лезвие с радиусом в десятые доли мкм затруднительно. Второй возможный способ — изготовление не «острого» объекта, а тонкого с последующим его изломом или разрывом. Например, тя-

нутся нити или пучки нитей, их срез или слом становится группой острий. Или берется тонкая фольга, а ее торец, образующийся при разрезании или разрывании, становится острым. Использование торцов тонких нитей в качестве автоэмиттеров сопровождается интересным эффектом: нити некоторых материалов (в частности, углерода) при работе в высоких полях расщепляются, превращаясь в пучок еще более тонких субнитей. Третий способ получения «острого» рельефа — это непосредственное выращивание острий из пара по механизму пар-жидкость-кристалл, когда на подложке растут из конденсирующегося пара тонкие перпендикулярные ей острия. Четвертый способ — напыление через маску, при котором можно получить на подложке острые конусы. Именно этот способ и применяется при изготовлении ВИС.

Немного о мрачном

То, что в качестве эмиттеров используются не плоскости (как в термокатадах), а острия, имеет важное следствие — непараллельность траекторий электронов. Область высокого поля, в котором электроны приобретают основную энергию, лежит вблизи острия, и поэтому компонента скорости, лежащая параллельно плоскости эмиттирующего электрода и, стало быть, перпендикулярно среднему полю, оказывается велика и может быть даже сравнима с продольной компонентой скорости. Пучок получается расширяющимся, веерным, а если катод многоострийный или многолезвийный, то вообще неламинарным, с пересекающимися траекториями электронов. Поэтому автокатод нельзя, как правило, просто поставить в прибор, предназначенный для использования с термокатодом. Это верно даже для классических низкочастотных электронных ламп (диодов, триодов, пентодов и т.д.), а тем более для СВЧ-приборов, которые почти все работают со сфокусированными, определенным образом сформированными, чаще всего протяженными и почти всегда — ламинарными электронными пучками. Для использования автокатада надо, как правило, специально разрабатывать прибор, и он будет отличаться от прибора, рассчитанного на работу с термокатодом. Лишь в лампе с параллельными и близкими анодом и катодом (и сетками) термокатод и многоострийный автокатод будут работать примерно одинаково.

Для сужения пучка можно попробовать организовать на поверхности одноострийного автокатада «эмиссионный рельеф» — то есть неоднородность работы выхода (аналогичное решение применяется и в термокатадах). Эмиссионный рельеф в автокатадах может образовываться за счет двух процессов. Во-первых, за счет огранки поверхности. Поверхность острия оказывается состоящей из разных кристаллографических граней, и разные грани по-разному эмиттируют. Во-вторых, за счет избирательной сорбции. Например, цирконий сорбируется по-разному на разных участках (гранях) вольфрамового острия, избирательно понижая работу выхода. В целом удается уменьшить угол расхождения

пучка, для обычных автокатодов составляющий от 60° до 100°, до примерно 10°.

Свойства автокатодов имеют интересные следствия для приборов СВЧ. Например, малогабаритность позволяет применять их в СВЧ-приборах самых высоких частот, а высокая крутизна зависимости тока от напряжения — получить при синусоидальном напряжении короткие монохроматические сгустки электронов, эмиттируемые в области максимума напряжения. Поскольку некоторые СВЧ-приборы, в частности упомянутый выше клистрон и не упомянутый выше магнетрон (который стоит в любой СВЧ-печи или, по-нашему, микроволновке), работают именно со сгустками электронов, то катод, сам создающий сгустки, может быть там весьма эффективен. Однако пока имеются лишь отдельные попытки применения автокатодов в этих приборах, точнее — разработки СВЧ-приборов с автокатадами.

И нитка, втрое скрученная...

Во многих случаях применений автокатодов важны не только или не столько значения плотности токов и электронной яркости, сколько полный ток. Для одноострийного катода он довольно скромный, несмотря на большую плотность тока — ведь все эти 10^7 – 10^9 А/см² отбираются с субмикронной площади. Для напряжений порядка 1, 10 или 100 кВ, если мы хотим работать в стационарном режиме и отбирать даже ток предельной плотности 10^7 А/см², ток одиночного острия составит 10^{-3} , 10^{-1} или 10 А соответственно, в то время как и для низкочастотной лампы, и для СВЧ-прибора обычные значения тока при этих напряжениях будут в десятки и сотни раз больше. Поэтому для конкуренции с термокатадами в приборах этих классов автокатады должны быть многоострийными — острий должно быть десятки тысяч.

Многоострийные автокатады позволяют увеличить ток и довести его до значений, обычных для электровакуумной техники. При этом преимущества — отсутствие цепи накала и мгновенная готовность к работе — сохраняются. Термокатады допускают низковольтное или сеточное управление — размещенная над катодом сетка позволяет управлять эмиссией посредством приложения относительно малого — десятки вольт — напряжения. Этот способ применяется в низкочастотных электронных лампах и в некоторых СВЧ-приборах. Над многоострийным автокатодом можно расположить сетку, согласовав отверстия в ней с остриями, но напряжение на ней, необходимое для управления эмиссией, будет слишком велико. Для получения приемлемого напряжения (хотя бы в сотни вольт) зазор между вершинами острий и сеткой должен составлять единицы микрон. И такой катод был изготовлен.



1 Катод Спиндта



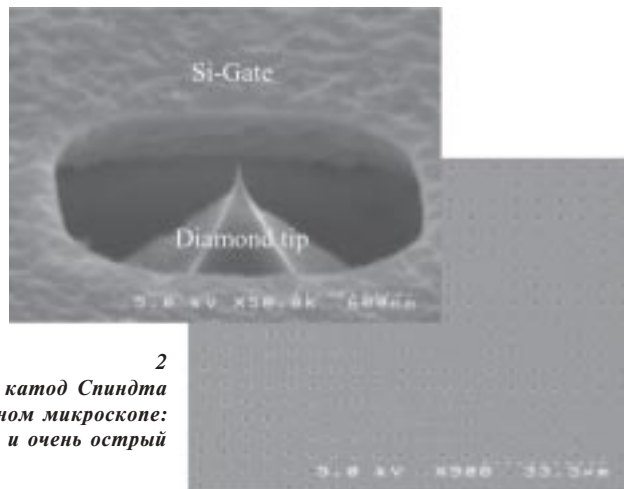
Вот так выглядит катод Спиндта в электронном микроскопе: алмазный и очень острый

На проводящей подложке с помощью последовательных напылений, травлений через слой фоторезиста и окислений формировалась следующая структура: слой изолятора толщиной порядка мкм с отверстиями диаметром порядка мкм, расположенными с шагом в несколько мкм и достигающими до проводящей подложки, тонкий слой проводника, покрывающий этот изолятор (и не закрывающий отверстия в нем), а на дне каждого отверстия — то есть на подложке — проводящий конус, достигающий по высоте до уровня металлического слоя на изоляторе (рис. 1). То есть образовывалась решетка колодцев с автоэмиттером (конусом) на дне, достигающим до его края, и с проводящим покрытием на краю каждого колодца, то есть управляющей сеткой. С таких структур были получены средние по площади токи до 100 А/см², а при средних токах в единицы А/см² были получены значения срока службы в десятки тысяч часов. Управляющее напряжение на «сетке» составляло при этом около 200 В. Такой катод вполне сопоставим по своим параметрам с термокатадами, при этом он не нуждается в накале, но имеет большие поперечные скорости электронов. Катады этого типа разрабатываются весьма активно, варьируется геометрия и материалы — в частности, сами конусы-эмиттеры делаются из разных металлов, из кремния, из алмаза (рис. 2). Но алмазная пленка при некоторых условиях сама становится хорошим эмиттером, даже без специальных «конусов».

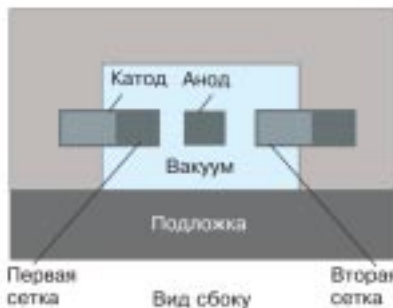
Вам эта структура не показалась мучительно знакомой? Да это же ВИС, только без верхнего электрода (рис. 1)!

Двух зайцев одним выстрелом

Да, есть шансы их поразить — хотя выстрел сам по себе весьма не прост. Итак, твердотельная структура решает две проблемы. Если эта структура — с верхним электродом, — это сверхминиатюрная электронная лампа, не требующая накала, имеющая размеры порядка 10 мкм, стойкая — как и все электронные лампы — к высоким температурам и радиации. Лампа, изготовленная типичными методами твердотельной микроэлектроники, допускающими, более того — предполагающими изготовление приборов миллионами на одном чипе, в одном технологическом цикле. Если же без верхнего электрода — то это катод, на основе которого можно создавать электронные приборы. Катод, сравнимый по параметрам с обычными, но не требующий накала. Плохо лишь то — плохо с технико-философской точки зрения, — что и в первом, и во втором случае наше детище не решает какие-то свои задачи, а пытается прийти на смену чему-то уже существующему. А существующее не сдаётся — отчасти по упрямству и тупости, отчасти по здоровому консерватизму, отчасти по недостатку свободных средств для инвестиций в новое. А есть ли у ВИСов или у многоострийных катонов с управляющим электродом — катонов Спиндта — своя собственная область применения?



2



3
**Планарный триод
 с полевым эмиттером
 (по материалам
 университета Вандербильта)**



ТЕХНОЛОГИИ

Похоже, что да, и даже несколько. Первая, наиболее освоенная — дисплей на катодах с полевой эмиссией. Люминофор — обычный, светится он под действием электронов, как обычно, только электроны эти поставляет на экран луч не длинный и тонкий, сформированный электронной пушкой и системой фокусирования и развертки (90% длины вашего монитора — это они, родимые), а эмиттируемый отдельным маленьким катодиком, расположенным близко к экрану. Идея кажется очевидной и разумной, кинескоп получается тонким и плоским, но оказалось, что большие платы с катодами Спиндта дороги и не технологичны. И тут на сцену вышли те самые катоды — тоже, впрочем, автоэлектронные, — которые упоминались ранее, как «экзотическое решение». Они тоже автоэлектронные, но само выдерживание электронов в вакуум и доставка их на экран осуществляются отдельными полями, отдельными напряжениями. Катод состоит не из одного острия, а из двух проводящих частиц (PdO) на подложке, частицы разделены нанометровым зазором, между ними приложено напряжение, электроны эмиттируются в вакуум, а напряжение, приложенное между этими частицами и экраном, подхватывает их и доставляет на экран. И хотя кинескопы с такими катодами уже есть в продаже, но возможно, что острийные катоды еще попробуют вернуться на уж очень соблазнительный рынок больших дисплеев. В частности, некоторые надежды связывают с использованием в качестве автоэмиттеров углеродных нанотрубок. А есть еще и неуглеродные нанотрубки; а как вам углеродная с вделанным в конец алмазным кластером? Тут вам и концентрация поля, и отрицательное электронное сродство, и совместимость материалов...

Здесь же заметим, что идея плоского (то есть в плоскости подложки) расположения электродов триода с автоэлектронным катодом (рис. 3) возникла независимо от кинескопа, да и сам катод с эмиссией из одного проводящего островка в другой тоже давно известен, но журнал, как мы неоднократно отмечали, несмотря на развитие полиграфических технологий, не резиновый.

Вторая естественная для ВИС идея применения требует небольшого радиотехнического отступления.

Третий вид соединения ламп

Лампы (транзисторы, усилительные каскады) в усилителе могут соединяться последовательно — сначала сигнал усиливает первая, потом вторая и т. д. Могут — параллельно, этот способ часто применяется в выходных каскадах — в частности, когда не хватает мощности одного прибора. Существует, однако, и третий способ. Представим себе линию передачи — например, обычную двухпроводную линию или цепочку из индуктивностей. Вдоль линии распространяется волна. К линии с некоторым шагом подключены входы усилительных элементов (для ламп — сетки), а выходы (для ламп — аноды) подключены ко второй линии, в которую каждая лампа посылает усиленный сигнал. Поэтому во второй линии возникает усиленная волна.

В данном случае существует простая механическая аналогия. Представьте себе колонну стоящих одни за другими детских качелей — не тех, которые сиденье на двух веревках, а тех, которые длинная доска на трубе посередине. Если к одним концам привязать веревку и возбудить в ней бегущую волну, эти концы начнут колебаться — если качели легкие, а веревка тяжелая — например, это цепь, которую потерял пролетариат. Вторые концы качелей тоже начнут колебаться, а если к ним приделать веревку, то в ней возбудится волна. Правда, поскольку качели не имеют своего источника мощности, то вторая волна не может иметь мощность больше, чем у первой. Но зато она может иметь большую амплитуду — если качели несимметричны. Читатели с радиотехническим образованием могут тут усмотреть некую аналогию с понятием волнового сопротивления. Но для нас сейчас важно то, что с переходом к миллиметровым и субмиллиметровым волнам, которых техника все больше жаждет, размеры линий передач (сечение, ширина, расстояние между проводниками) уменьшаются. Поэтому паразитные емкости и индуктивности ламп (и транзисторов) становятся все более существенны — а значит, их размеры тоже надо уменьшать. Жизнь — точнее, уравнения Максвелла — заставляет нас обратиться к ВИС, которые и есть самые маленькие лампы, прекрасно конструктивно и технологически согласовывающиеся с интегральными схемами, миллиметровой СВЧ-техникой и т. д. Причем в данном случае речь идет не о термостойкости, радиационной стойкости и т. п., а вообще о возможности реализации.

И в заключение — гибридный прибор подкрался незаметно. Конечно, это шутка. А если говорить серьезно, то полупроводниковая техника, кремниевая с головы до пят, электронная и дырочная до мозга костей, сама пришла к идее гибридного прибора. Действительно, «баллистический транзистор», транзистор, в котором электрон летит от одного электрода к другому через слой полупроводника, но не взаимодействуя с ним, по инерции, разве не похож на маленькую электронную лампу, в которой электроны летят через вакуум?

Правда, у электронно-вакуумной техники тоже рыло в пуху: ибо на протяжении уже 2/3 века самые распространенные катоды (и термо-, и фото-, и вторичноэлектронные) — полупроводниковые, и все их модели это учитывают.

Что еще почитать об этом

Трубецков Д.И. Вакуумная микроэлектроника, «Соросовский образовательный журнал», 1997, № 4.

Трубецков Д.И., Рожнев А.Г., Соколов Д.В. Лекции по сверхвысокочастотной вакуумной микроэлектронике. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1996.

Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по СВЧ электронике для физиков. М.: Физматлит, 2004.



Доктор физико-
математических наук
В.В.Бражкин

Тайная метастабильность

Фазы – стабильные и метастабильные

Окружающий нас мир состоит из миллионов различных веществ – от элементарных до сложных органических – в различном агрегатном состоянии: твердом, жидком, газообразном. Однородную по химическому составу и термодинамическим свойствам часть системы, отделенную от других частей (фаз) поверхностью (или поверхностями) раздела, называют фазой.

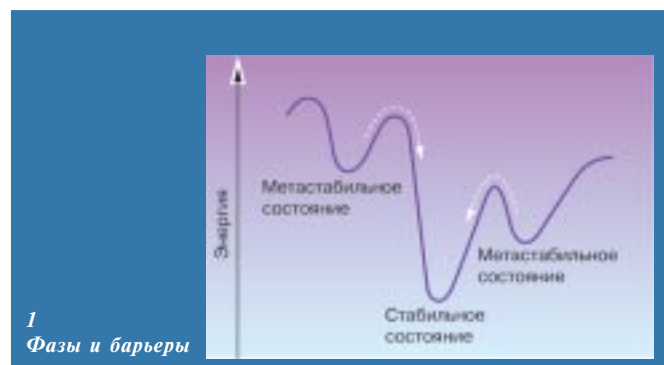
Первоначально определение фазы было введено Дж. Гиббсом как «состояния большого числа атомов или молекул с определенным набором импульсов и координат». Состояние вещества, отвечающее минимуму энергии, а точнее – минимуму свободной энергии Гиббса (в том случае, если внешние условия задаются температурой и давлением), называется стабильной, или равновесной, фазой. Вещество может существовать и в состоянии, не отвечающем минимуму энергии, и тогда оно называется метастабильной фазой. Метастабильная фаза соответствует локальному минимуму энергии в конфигурационном пространстве импульсов и координат. Такое состояние отделено от стабильной фазы, соответствующей более глубокому энергетическому минимуму, конечным энергетическим барьерам (рис. 1).

Поскольку всегда существует ненулевая вероятность преодоления барьера и превращения метастабильной фазы в стабильную (или в другую метастабильную, лежащую ниже по энергии), то все метастабильные фазы имеют конечное время существования. Поэтому специалисты говорят о «времени жизни».

Хорошо известные со школы примеры метастабильных фаз – переохлажденная и перегретая жидкость, переохла-

жденный пар. Время жизни таких метастабильных фаз чаще всего очень мало, хотя бывают исключения. Например, глицерин ниже 20°C исключительно медленно кристаллизуется. И даже переохлажденную воду (в малых количествах) в отсутствие механических воздействий сохраняли заметное время.

Известны примеры твердых метастабильных фаз с временем жизни, при нормальных условиях значительно превышающем возраст Вселенной. К таким веществам относятся, например, алмаз, кварцевое стекло, белый фосфор. Однако при изменении температуры и давления время жизни метастабильных фаз может существенно измениться. Алмаз при нормальном давлении и комнатной температуре живет практически вечно, при нагревании до 1000°C в инертной среде превращается в стабильную при атмосферном давлении фазу углерода – графит – за месяцы, а при 1200°C – за часы. Большинство стекол и аморфных твердых тел при нормальных условиях живут очень долго, а при нагревании быстро кристаллизуются.





Если при изменении температуры или давления свободные энергии Гиббса для двух фаз одного и того же вещества становятся равными по величине, то может произойти фазовый переход – в ту фазу, которая при дальнейшем изменении внешних параметров будет иметь меньшее значение энергии. Примеры таких процессов – плавление, кипение и перестройки кристаллической решетки, например превращение графита в алмаз под давлением. Фазовые переходы могут происходить как между стабильными, так и между метастабильными фазами.

Несмотря на большие времена жизни многих твердых метастабильных фаз при нормальных условиях, за бесконечные времена они неизбежно перейдут в стабильные равновесные состояния – например, все стекла закристаллизуются. Таким образом, метастабильность фазы неизбежно вносит в рассмотрение фактор времени – «кинетику». В равновесной термодинамике фактора времени нет, и с точки зрения равновесной динамики и бесконечных времен измерения никаких метастабильных фаз просто не существует. В физике метастабильные состояния всегда рассматриваются с оговорками, как некая экзотика, исключение из правил.

Мир молекулярных веществ

Вместе с тем от существования многочисленных метастабильных фаз нельзя отмахнуться, поскольку, к несчастью для классической термодинамики и к счастью для нас, подавляющее большинство веществ относятся к метастабильным, то есть отвечают локальному, не самому глубокому минимуму из всех возможных для данного химического состава. Химики-органики осознали эту проблему довольно давно. Оказалось, что практически все

сложные вещества, состоящие из больших органических молекул, метастабильны. Однако настоящим откровением для физиков и многих химиков стало то, что почти все простые молекулярные вещества, такие, как углеводороды, гидриды, карбиды и оксиды азота, окись углерода, спирты, глицерин и др., при нормальном давлении также представляют собой метастабильные фазы. То есть с точки зрения равновесной термодинамики этих веществ не существует! Стабильны лишь несколько соединений — метан CH_4 , аммиак NH_3 , углекислый газ CO_2 , вода H_2O . Все остальные молекулярные вещества, состоящие из углерода, водорода, кислорода и азота, за достаточно большое время должны неизбежно разложиться на смесь соединений из этой четверки и чистых элементарных веществ. Например, любой углеводород — этилен, метилен, ацетилен, бензол — перейдет в смесь графита и метана; окись углерода CO — в смесь CO_2 и графита и так далее.

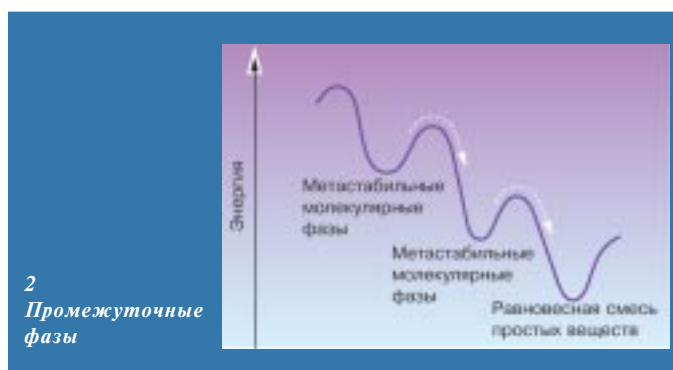
То, что почти все молекулярные вещества в твердом, жидком и газообразном состоянии метастабильны, было установлено из тщательного анализа термодинамических данных по энергиям связи соответствующих молекул и энергиям образования (сцепления) соответствующих конденсированных фаз. Так, энергия связи молекул этилена — C_2H_4 составляет 2225 кДж/моль, метана — CH_4 — 1642 кДж/моль, энергия сцепления графита — 712 кДж/моль. В результате реакция $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{C}$ идет с выделением 129 кДж/моль. Интересно, что большинство метастабильных молекулярных веществ плавятся и кипят обратимо, при этом все три агрегатные состояния — кристалл, жидкость и пар — являются метастабильными относительно превращений в равновесную смесь простых соединений и элементарных веществ (H_2O , CH_4 , NH_3 , CO_2 , C , O_2 , N_2).

Времена жизни многих молекулярных фаз при нормальном давлении очень велики — много больше возраста Вселенной. Причина возникновения и существования таких фаз — сильное ковалентное взаимодействие внутри молекул или большой энергии кристаллической решетки для кристаллических веществ, поэтому так велик энергетический барьер для их превращений в смесь стабильных модификаций.

Возникает резонный вопрос: так ли уж важно знать о скрытой метастабильности молекулярных веществ, если она все равно себя никак не проявляет? Более того, в окружающем нас мире вещества не изолированы и находятся в непрерывном химическом взаимодействии друг с другом. Поэтому все их изменения будут скорее связаны с химическими реакциями, а не со скрытой метастабильностью. Может показаться, что весь анализ энергий образования различных молекул и расчеты свободных энергий Гиббса молекулярных фаз — это излишнее умствование и что правды о скрытой неустойчивости большинства веществ мы все равно никогда не узнаем. Однако это не так.

Высокие давления открывают правду

Тайное, как известно, всегда становится явным. Если на вещество (как, впрочем, и на существо) надавить, оно непременно «расколется» и выложит всю правду о себе и «родственниках». При сжатии молекулы сближаются, расстояния между атомами из соседних молекул становятся сравнимыми с межатомными расстояниями внутри молекул. Тогда между соседними молекулами может образоваться сильная ковалентная связь — происходит полимеризация



молекул. Давления нужны достаточно высокие — 1–10 ГПа, однако на современном экспериментальном уровне вполне достижимые.

Полимеризация молекул под давлением сопровождается понижением свободной энергии Гиббса, то есть полимерные фазы становятся более низколежащими по энергии, чем исходные молекулярные. Энергетические барьеры для трансформации полимерных фаз в смесь простых равновесных веществ по-прежнему весьма высоки, и за экспериментальные времена стабильные фазы не образуются. Таким образом, полимеризованные фазы будут метастабильными, промежуточными по энергии между исходными молекулярными фазами и равновесной смесью простых веществ (рис. 2). Дальнейший рост давления до значений порядка 100 ГПа приводит к дополнительному существенному уменьшению энергетических барьеров для превраще-

Метастабильные вещества

В статье в основном приводятся примеры эндотермических соединений (бензол, этилен, ацетилен), образование которых из простых веществ идет с затратой энергии. Известно, например, что ацетилен уже под небольшим давлением разлагается со взрывом (поэтому этот газ в баллонах хранят в растворе ацетона, нанесенного на пористый адсорбент).

Чтобы проверить неравновесность вещества относительно разных продуктов возможного разложения, следует написать соответствующую химическую реакцию и рассчитать по справочным данным значение для этой реакции энергии Гиббса при данной температуре ΔG . Если это значение меньше нуля, равновесие будет смещено вправо, в сторону продуктов разложения (константа равновесия $K = \exp(-\Delta G/RT)$ будет больше 1, и тем больше, чем более отрицательно значение ΔG). Если же ΔG больше нуля, разложение менее выгодно: равновесие смещено в сторону исходных веществ, и тем сильнее, чем больше ΔG .

Конкретные расчеты показывают, что действительно многие, казалось бы, вполне стабильные соединения термодинамически неравновесны, даже если эти соединения экзотермичны (то есть если при их образовании из простых веществ энергия выделя-

ется). Дело в том, что при разложении веществ число молекул увеличивается, следовательно, увеличивается энтропия — и особенно сильно при образовании газообразных соединений. Поэтому энтропийный фактор (величина $T\Delta S$) с повышением температуры быстро растет, так что при достаточно высокой температуре будут разлагаться практически все вещества! Именно на этом основаны, например, процессы пиролиза углеводородов. Другой известный пример: вполне стабильный карбонат кальция (мрамор, мел, известняк) при сильном нагревании становится нестабильным и разлагается: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Попробуем рассчитать значения для нескольких реакций разложения.

1) Разложение этана. Казалось бы, вполне стабильный газ (энтальпия образования $-84,7$ кДж/моль!). Однако для реакции $\text{C}_2\text{H}_6 = \text{CH}_4 + \text{C} + \text{H}_2$ ΔH реакции хотя и немного больше нуля ($+9,8$ кДж/моль), но увеличение энтропии очень велико (образуются два газа) и равно $+93$ Дж/(моль К). В результате для этой реакции при комнатной температуре (точнее, при 298 К, так как именно для этой температуры обычно приводятся значения стандартных термодинамических величин) $\Delta G = -17,9$ кДж/моль и $K \gg 1$ (больше 1000). Значит, теоретически разло-

жение этана термодинамически выгодно уже при комнатной температуре.

2) Разложение жидкой уксусной кислоты. Для реакции $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CO}_2 + \text{CH}_4$ $\Delta G = -55$ кДж/моль, равновесие очень сильно смещено вправо. Еще сильнее оно будет смещено в ту же сторону для реакции $\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{C} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$: $\Delta G = -84,3$ кДж/моль!

Конечно, не все соединения термодинамически нестабильны. Вот простой пример: четыреххлористый углерод. Для реакции разложения $\text{CCl}_4 = \text{C} + 2\text{Cl}_2(\text{г})$ при комнатной температуре $\Delta G = +68,7$ кДж/моль, и реакция исключительно невыгодна: равновесие практически полностью смещено влево. И только при сильном нагревании пары CCl_4 начнут разлагаться на элементы.

Вполне термодинамически стабильны при обычных условиях большинство неорганических соединений (правда, они обычно имеют молекулярное строение). Например, разложение сульфида серебра $\text{Ag}_2\text{S} = 2\text{Ag} + \text{S}(\text{ромб.})$ невыгодно ни энергетически: $\Delta H = +33,2$ кДж/моль, ни энтропийно: $\Delta S = -23,3$ Дж/(моль К). Исключительно невыгодно, несмотря на выделение трех молекул газов, разложение молекул серной кислоты (молекулярное вещество!): для реакции $\Delta G_{298} = +648,6$ кДж/моль.

А вот среди органических соединений (практически все они за очень ред-

ния полимерных фаз в смесь стабильных веществ. Таким образом, воздействие давления на молекулярные вещества аналогично воздействию высокой температуры на стекла или на алмаз при нормальном давлении. Оба воздействия сильно уменьшают времена жизни метастабильных фаз.

Важно понимать, что полимеризация молекулярных веществ и дальнейшая трансформация полимеров в простые стабильные фазы при сжатии – это не фазовые переходы: в отличие от фазовых переходов данные превращения не соответствуют равенству свободных энергий Гиббса и принципиально необратимы аналогично кристаллизации стекол.

Если нагреть полученные полимеры, назад в более высокоэнергетические молекулярные состояния они не переходят. Термостойкость полимеров в твердом состоянии оказывается значительно выше температур плавления и кипения исходных молекулярных фаз. Яркий пример – обычный полиэтилен, который плавится при 80–120°С: это более чем на 200° выше температуры плавления и кипения молекулярного этилена. Полимеры на основе легких элементов не являются равновесными фазами: давление лишь уменьшает энергетический барьер для образования связей между молекулами. Поэтому возможно получение полимеров из молекулярных веществ без применения давления, например, с помощью катализаторов. Полиэтилен был сначала синтезирован из этилена при давлениях в несколько тысяч атмосфер, однако после нахождения катализаторов стало возможным массовое получение полиэтилена при меньших давлениях.

В последние годы с помощью сверхвысоких давлений получено множество необычных новых полимеров, в том

ким исключением молекулярны) действительно «истинно стабильных» мало. Кроме четыреххлористого углерода к ним относятся другие галогенозамещенные углеводороды. Например, для разложения фторбензола $2C_6H_5F(ж) = 12C + 5H_2 + F_2$ ΔG_{298} положительно (+138 кДж), несмотря на выделение шести молекул газа и большое увеличение энтропии (+513 Дж/К), поскольку реакция очень невыгодна энергетически (фторбензол – очень прочная молекула). А вот хлорбензол термодинамически уже нестабилен.

Казалось бы, все азотсодержащие соединения должны быть термодинамически нестабильны. Действительно, образование молекулы азота сопряжено с очень большим энергетическим выигрышем (945 кДж/моль). И все же есть вполне термодинамически стабильные азотсодержащие соединения. Так, для разложения кристаллической мочевины (молекулярное соединение) $CO(NH_2)_2 = CH_4 + 0,5O_2 + N_2$ $\Delta G_{298} = +146$ кДж/моль, то есть разложение абсолютно невыгодно! Причина та же – высокая стабильность (по энергии) исходного вещества, в которую входит и стабильность кристаллической решетки. Понятно, что жидкие и тем более газообразные органические соединения будут значительно менее стабильны. Так, для разложения ме-

тиламина $CH_3NH_2 = C + 2,5H_2 + 0,5N_2$ $\Delta G_{298} = -27,5$ кДж (на моль метиламина). Вообще, «поиграть» с разными веществами на предмет их термодинамической стабильности (в том числе и при низких температурах) – довольно неожиданное и любопытное занятие.

Влияние давления на химическое равновесие можно качественно оценить на основании принципа Ле Шателье – Брауна. Так, если в реакции происходит увеличение числа газообразных молекул, то повышение давления будет смещать равновесие в сторону исходных веществ. Поэтому, например, для рассмотренной гипотетической реакции разложения этана при комнатной температуре повышение давления будет смещать равновесие в сторону этана, хотя для того, чтобы константа равновесия приблизилась к единице, потребуются, вероятно, гигантские давления. А вот для реакции полимеризации число молекул (причем зачастую газообразных веществ) уменьшается. Поэтому под давлением удастся осуществить полимеризацию соединений, для которых равновесие мономер – полимер при атмосферном давлении смещено в сторону мономера. Увеличивается с давлением и скорость полимеризации. Например, константа скорости полимеризации метилметакрилата (при 40°С) при 300 МПа увеличивается

в три раза. Увеличение давления способствует также таким реакциям, как димеризация, при которых число молекул уменьшается (димеризация диоксида азота, уксусной кислоты, реакции диенового синтеза – димеризация циклопентадиена и т. д.).

Известно явление ускорения твердофазных реакций при повышении давления в результате так называемой пластической деформации сдвига. В химических справочниках можно прочитать о том, что под давлением облегчаются реакции присоединения аммиака и воды к двойной связи, синтез пептидов, разложение пероксидов, карбонильных соединений и неорганических солей, реакция этерификации и др. Бензол при больших давлениях переходит в полимер $(-HC=CH-)_n$. Скорость реакции при одновременном действии высокого давления и деформации сдвига может увеличиваться в миллионы раз по сравнению с жидкофазной реакцией при тех же температуре и давлении. При высоких давлениях происходит также денатурация белков, но известны и процессы ренатурации белка, который денатурировался при нагревании, под действием высокого давления.

Кандидат химических наук
И.А.Леенсон



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

числе полимеризованная окись углерода CO, полимерный бензол C₆H₆, полимерные карбиды азота и т. д. Пока получены лишь миллиграммы этих веществ, но в будущем их удастся синтезировать химическими методами – если удастся подобрать катализаторы.

Таким образом, высокие давления не только раскрывают тайну метастабильности молекулярных веществ, но и дают химикам информацию о существовании новых интересных материалов – полимеров на основе молекул, состоящих из атомов легких элементов.

В итоге теоретические рассуждения о стабильности и метастабильности окружающих нас веществ оказались вовсе не бесполезными. От отвлеченных вопросов о времени жизни метастабильных молекулярных фаз мы пришли к созданию нового класса материалов с необычными и интересными химическими и физическими свойствами. И еще раз убедились, что «нет ничего практичнее хорошей теории».



КОММЕНТАРИЙ

Разные разности

Выпуск подготовили

О. Баклицкая,
Е. Сутоцкая,
А. Тугунов

Источники:
EurekAlert!;
News@nature.com

Используя радар с высоким разрешением, астрономы искали лед в кратерах на южном полюсе Луны. Гигантский телескоп в Аресибо посылал сигналы, а их эхо ловил другой телескоп — «Green Bank Telescope». Затем сотрудники Корнелльского университета, Смитсоновского института (США) и специалисты из Организации оборонной науки и технологии (Австралия) создали изображения изучаемых областей, однако признаков льда на них обнаружить не удалось. И все же они надеются, что лед в лунном грунте может прятаться в виде маленьких кристалликов и его удастся найти в затемненных областях, скрытых от радаров.

В шестидесятых годах прошлого века появились теории, согласно которым лед может существовать глубоко в кратерах на полюсах нашего спутника. Их недра постоянно скрыты от солнечных лучей, температура в них доходит до -173°C . Это мнение получило поддержку в 1992 году, когда наземные радарные телескопы обнаружили «ледяные осадки» внутри кратеров на полюсах Меркурия.

Спутник «The Lunar Prospector orbiter» зафиксировал повышенную концентрацию водорода на лунных полюсах. Если бы он входил в состав молекул воды, то один или два его процента содержалось бы в грунте, в скрытых от Солнца областях. Однако наземные радарные телескопы с 90-х годов прошлого века не нашли на Луне ничего похожего на ледяные осадки Меркурия. Поскольку водяной лед необходим для будущей лунной базы, искать его в кратерах спутника станут приборы на специальном корабле NASA.



Зачастую дети похожи на своих родителей не чертами лица, а его выражением. До сих пор считалось, что причина этого — подражание старшим. Однако еще 130 лет назад Дарвин обратил внимание, что у незрячих от рождения людей на лицах написаны те же чувства, что и у зрячих.

Израильские ученые из университета Хайфы уверены, что дело тут в генах. Они провели эксперимент, в котором приняли участие 21 человек с врожденной слепотой и 30 их родственников. Незрячие добровольцы не могут определить выражение лица, даже проведя по нему рукой, так что подражание здесь исключается.

Ученые предложили испытуемым вспомнить какое-то переживание, подумать о чем-то, что вызывает те или иные эмоции. Реакцию фиксировала видеокамера. Так удалось создать видеотеку из 43 типов выражений лица. Сложная обработка данных показала, что незрячие и их родственники выражали свои эмоции более похожей мимикой, чем люди, не состоящие между собой в родстве. Чаще всего это происходило с гневом, за ним следуют удивление, отвращение, радость, печаль и сосредоточенность.

Следующий шаг — попытаться выделить гены, ответственные за выражение лица. Подобная информация была бы полезна для изучения недугов, при которых лицо похоже на застывшую маску.



Темперамент имеет значение при любом заболевании, от него зависят и выздоровление, и возникновение болезни. Так, сотрудники Чикагского университета обнаружили, что трусливые крысы гораздо чаще заболевают раком молочной железы и гипофиза, чем их более дерзкие, склонные к риску сестры. Умиряют они также раньше.

По мнению авторов работы, это связано с репродуктивным циклом: у боязливых грызунов он нерегулярен, что оказывает влияние на гормональную систему, а это, в свою очередь, способствует раннему развитию болезни.

Ученые работали с линейей, представительницы которой наиболее подвержены раку молочной железы и гипофиза. Они отобрали 81 новорожденную крысу и наблюдали за их поведением. Особенно интересовали ученых различия в темпераменте у представительниц одной семьи.

Через 20 дней, а потом через 11 месяцев животные прошли тестирование: как они исследуют окружающее пространство. Крысы не встречались ни с чем, что представляло бы опасность, — в клетках разложили игрушки. Через 390 дней (это средний возраст крыс) рак молочной железы обнаружили у 80% боязливых экзотипов и только у 38% их рискованных сестер. Первые прожили в среднем 573 дня, вторые — 850. Схожие результаты зафиксированы и с раком гипофиза.

В период полового созревания репродуктивные циклы были нерегулярными почти у половины опасных крыс и только у 22% смелых. По достижении определенного возраста параметр выравнивался в обеих подгруппах, но к середине жизни вернулся на прежние позиции.

Ранее сотрудники Чикагского университета убедились, что крысы-самцы, склонные к авантюрам, живут дольше.

Команда ученых из Принстонского университета и Национального Тайваньского университета исследовала уникальную бактерию. Ее нашли в скальном разломе, пересекающем золотой рудник Мпоненг в Южной Африке. В воде, запертой в горных породах, обитают бактерии, близкие к *Desulfatomaculum*, которые, как известно, получают энергию, перерабатывая серу.

Небольшое сообщество бактерий представляет собой исключительный пример экосистемы, полностью независимой от солнечного света. Находясь на глубине около трех километров, эти организмы используют только энергию серы и водорода. Необходимый для дыхания бактерий водород получился при разложении воды под действием радиоактивного урана, тория и калия, а сульфаты, потребляемые этими существами, — при смешивании грунтовой воды с древней геотермальной жидкостью. Таким образом, бактерии могут прожить неопределенно долго, потребляя лишь вещества, полученные в результате геологических процессов.

Сообщества хемоавтотрофов, получающих энергию при окислении неорганических веществ, живут обычно в экзотических местах, вроде водоносных слоев, нефтяных бассейнов и глубоководных вулканов. Все они нуждаются в питательных веществах, начало которым дают фотосинтетические процессы.

Открытие новой бактерии заставляет задуматься: нет ли подобных организмов в других уголках Солнечной системы?



Пятьдесят тысяч лет назад и ранее на Европейском континенте обитали в основном неандертальцы. Спустя двадцать тысяч лет здесь встречались почти исключительно современные люди. Что происходило между этими датами, остается загадкой. Враждовали эти два вида или жили мирно, скрещивались ли, давали ли потомство — ответы на эти вопросы ученые пока не нашли.

По мнению Э.Тринкауса из Вашингтонского университета в Сент-Луисе, неандертальцы и современные люди давали вполне жизнеспособное потомство. К такому выводу он пришел, проанализировав останки древних людей из Португалии, Чехии и Румынии.

Фрагменты черепа и челюсти, а также лопатка из пещеры на юге Румынии весьма напоминают строение современного человека — узкий нос, маленькие надбровные дуги. Но есть и ярко выраженные признаки неандертальца — шишка на задней части черепа, небольшая челюсть.

Тринкаус полагает, что когда представлялись этих двух видов встречались, то видели друг в друге достойных партнеров и с физической, и с социальной точки зрения. Они жили бок о бок и заводили общих детей.

Однако среди ископаемых фрагментов старше 30 000 лет, найденных на европейской территории, нет останков современного человека — все они принадлежат либо неандертальцам, либо предполагаемым гибридам. Почему? У этой загадки есть еще одна сторона: исследования ДНК до сих пор свидетельствовали, что генетического смешения между неандертальцами и современными людьми не было. Может быть, имеет смысл изучить ДНК останков, которые Тринкаус считает гибридами?

Нержавеющая сталь содержит хром, который придает ей устойчивость к коррозии. Однако в морской воде она обрастает водорослями и микроорганизмами, а затем ее разъедают электрохимические реакции.

Эффективное средство борьбы с этим бедствием — подача электронов на стальные конструкции. Сейчас основным поставщиком электронов служит слой другого металла, который сознательно отдают на съедение и периодически обновляют.

Сотрудники Национального университета в Мардель-Плата (Аргентина) решили применить для борьбы с коррозией микробные батареи. Для этого, по их словам, достаточно всего лишь воткнуть электроды в отложения на морском дне. Известно, что микроорганизмы отбирают электроны из частичек сернистых соединений в донных отложениях. Это им необходимо для поддержания обмена веществ. В конце концов электроны переходят на кислород, однако их можно отвести и на электроды. Результирующий ток невелик, но его достаточно.

Исследователи провели эксперимент в лабораторных условиях, погрузив стальные пластины в морскую воду и отложения. В качестве электродов использовали графитовые стержни, которые просто воткнули в ил. Пластины, лишенные какой бы то ни было антикоррозионной защиты, продержались четыре месяца, а у подключенных к биобатарей коррозия и не начиналась.

Новая система защиты, по словам авторов, хороша тем, что абсолютно доступна, не загрязняет окружающую среду и практически вечна.



Биологи из расположенного в Вустере (Массачусетс, США) Центра по изучению клетки уже сообщали в этом году, что создали линии эмбриональных стволовых клеток всего из одной клетки человеческого эмбриона (он состоял из 8–10 клеток). Одиночные клетки нередко извлекают из зародыша при оплодотворении *in vitro*, а позже этот эмбрион становится полноценным ребенком. Авторы взяли 91 клетку и смогли получить линии эмбриональных стволовых клеток только из двух.

Т.Такеучи и его коллеги из Медицинского колледжа Вейла (Корнелльский университет, Нью-Йорк) заявляют, что сделали технологию более эффективной. Они работали с мышами и использовали эмбрион на стадии бластоцисты — полового пузырька, состоящего из внутренней клеточной массы (20–25 клеток, из которых разовьется зародыш) и оболочки, из которой сформируется плацента и другие структуры. Обычно при этом для получения стволовых клеток извлекают всю внутреннюю клеточную массу, убивая зародыш.

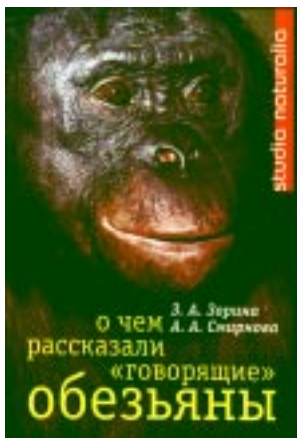
Исследователи взяли бластоцисту и при помощи фермента размягчили клейкое вещество, скрепляющее клетки. Затем взяли одну, две и три клетки для получения из них эмбриональных стволовых, а оставшиеся имплантировали матери. Только из трех клеток удалось вырастить стволовые клетки, и при этом не погубить эмбрион. Почти четверть попыток получить линии стволовых клеток увенчалась успехом.

В 54% случаев на свет появились нормальные малыши. В контрольной группе, где бластоцисты извлекали из организма матери и, не трогая, возвращали обратно, здоровые мышата родились в 62% случаев.

Такой успех выглядит сомнительно: все-таки после процедуры только половина зародышей развивалась нормально.

Могут ли шимпанзе понимать человеческую речь

Доктор биологических наук
З.А.Зорина,
кандидат биологических наук
А.А.Смирнова



Язык – главное, что отличает человека от животных». Долгое время это утверждение считали неопровержимой догмой как психологи, так и физиологи. Конечно, у всех животных есть система коммуникации, порой довольно сложная, но она качественно отличается от речи человека. Человеческие языки основаны на способности к символизации, обобщению и абстрагированию — коммуникативные сигналы зверей и птиц, которыми они обмениваются в природе, лишены этих свойств. Но можно ли утверждать, что высшие животные в принципе к этому не способны? Первые результаты экспериментов с «говорящими обезьянами», которых обучали языкам-посредникам — жестовому языку и знакам-лексиграммам, произвели фурор в научном мире. Одних исследователей эти данные побудили пересмотреть свои представления о природе мышления. У других вызвали резкое неприятие и недоверие, которое не исчезло и сейчас, более чем через 30 лет после начала этих работ. Людей, далеких от науки, рассказы про достижения Уошо, Коко, Канзи и других «говорящих» обезьян поражают, но порой вызывают такую же реакцию: «Этого не может быть!»

Книга З.А.Зориной и А.А.Смирновой «О чем рассказали «говорящие» обезьяны» просвещает тех, кто не знает, и убеждает тех, кто не верит. Авторы — одни из немногих в нашей стране специалистов по мышлению животных. Зоя Александровна Зорина, доктор биологических наук, руководитель лаборатор-

рии физиологии и генетики поведения на кафедре высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ, и Анна Анатольевна Смирнова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник этой же лаборатории, занимающаяся изучением рассудочной деятельности врановых птиц. И, кстати, из книги читатель узнает многое об удивительных способностях этих птиц, которые в чем-то сопоставимы со способностями человекообразных обезьян.

Перед тем как перейти к анализу языковых достижений антропоидов, авторы рассказывают об истории изучения мышления животных. И тем самым логически подводят читателя к тому, что освоение обезьянами языков-посредников — возможно! Потому что все вышеперечисленные способности — к символизации, обобщению и абстрагированию — действительно выявляются у высших животных, причем не только у антропоидов, но и у некоторых птиц. А значит, для усвоения языка (естественно, до определенной степени — на уровне 3—4-летних детей) у них есть биологическая база.

Высокий профессионализм позволяет авторам, намеренно избегающим сенсационности, объективно анализировать все факты и убедительно объяснять их. Они тщательно сопоставляют результаты, которые демонстрируют шимпанзе, горилла и бонобо, со свойствами языка человека. И подводят к тезису, что как мышление, так и язык, его высшее проявление, имеют глубокие биологические корни.

В 70-е годы XX века американские исследователи Дьюэн Рамбо и Сью Сэвидж-Рамбо (Savage-Rumbaugh, Rumbaugh) начали опыты по обучению шимпанзе языку йеркиш. Этот искусственно созданный язык-посредник представлял собой набор лексиграмм — специальных значков, обозначающих существительные, глаголы, наречия и другие части речи. Обезьяны могли выбирать и предъявлять собеседнику эти значки с помощью специальной клавиатуры компьютера. Первой овладела йеркишем шимпанзе Лана, затем двое самцов — Шерман и Остин, которые научились использовать лексиграмму не только для наименования предмета, но и для передачи информации о нем, то есть проявили способность к символизации. Кроме того, и это самое главное, они научились вести диалог с людьми и друг с другом.

В 1981 году при участии Д.Рамбо был основан Центр изучения языка (Language Research Center). До 2002 года он располагался в штате Джорджия, затем переехал в Де-Мойн (штат Айова). Именно там велись работы с бонобо. Этот вид человекообразных обезьян был открыт сравнительно недавно и до сих пор вызывает большой интерес у антропологов и приматологов. Ведь карликовые шимпанзе бонобо (*Pan paniscus*) считаются более близкими родственниками человека, чем обыкновенные шимпанзе (*Pan troglodytes*), — еще 5 млн. лет назад они имели общего с нами предка. И в самом деле, результаты исследования оказались крайне интересными. На сайте <http://www.greatapetrust.org> читатели могут узнать подробнее о современной работе проекта и обо всех, кто в нем участвует: и о людях, и о бонобо, и о примкнувших к ним орангутангах.

Эксперименты начинаются и кончаются, но жизнь продолжается. Благодаря усилиям одного из исследователей Роджера Футса в Элленсбурге (штат Вашингтон) живет колония «говорящих» обезьян, которую еще называют «семьей Уошо», по имени первой шимпанзе, овладевшей жестовым языком. Члены этой колонии весело проводят время: общаются, листают журналы мод, держа их ногами, а руками жестикулируют, обсуждая картинки, смотрят телевизор, наряжают новогоднюю елку. У них существует культурная преемственность — младший шимпанзе из этой группы самостоятельно освоил язык жестов, общаясь с приемной матерью и другими обезьянами. О другой «говорящей семье» — карликовых шимпанзе бонобо — рассказывается в главе из книги, опубликованной ниже.

Так где же после всего, что они рассказали нам, провести границу, которая отделяет нас от них? Похоже, что пограничных столбов пока лучше не ставить.

Матата и ее семья

Бонобо — очень миролюбивые и общительные животные. Некоторые особенности социального и полового поведения роднят их с человеком, но полевые исследования этологов пока не принесли сведений о специфике их когнитивных способностей, кроме того, что в отличие от всех остальных ант-

ропоидов они в природе не применяют орудий. До начала 1980-х годов поведение и психику бонобо систематически никто не исследовал, поэтому возможность поработать с ними была очень привлекательна.

«Семьей Уошо» Роджер Футс называет группу шимпанзе, говорящих на амслене, языке глухонемых (в честь первой из них, освоившей этот язык), хотя эти обезьяны лишь

Глава из книги З.А.Зориной, А.А.Смирновой «О чем рассказали «говорящие» обезьяны», М.: Языки славянских культур, 2006



Канзи, маленький бонобо, оказался вундеркиндом

отчасти связаны родственными узами. Бонобо, обученным йеркишу, еще больше подходит наименование «семьи», потому что большинство из них — дети (и есть даже внук) Мататы. Об этой обезьяне надо сказать несколько слов, потому что она сыграла важную роль в истории изучения языков-посредников и в судьбе Канзи, самого знаменитого участника этих исследований.

Вместе с двумя другими бонобо Матата попала в Региональный центр изучения приматов Роберта Йеркса в конце 1975 года. Всех их поймали в Заире и привезли в клетках. Их физическое и психическое изнеможение было таково, что, например, Матата не могла есть, если за ней наблюдали. Люди делали вид, что страшно боятся обезьян, и постепенно те перестали избегать их.

Канзи родился 28 октября 1980 года. Его мать Лорелл привезли из Африки уже довольно взрослой. Она не подавала надежд на использование в экспериментах, и впоследствии ее передали в зоопарк. Лорелл оказалась плохой матерью и толком не кормила малыша, тогда как Матата сразу проявила к нему большой интерес и в конце концов стала воспитывать вместе со своим старшим детенышем. Затем Матата родила еще Панбэнишу, Малику и Тамули, которые росли вместе и в той или иной степени осваивали языки-посредники. В конце 90-х у Панбэниши родился Ньют, и наблюдения за ним позволили дополнить представления о роли культурной преемственности в использовании языка человека.

Попытка научить Матату йеркишу потерпела полное фиаско. После нескольких лет обучения она могла пользоваться только небольшим числом лексиграмм. Как и положено детенышу шимпанзе, Канзи находился с нею постоянно, в том числе и во время занятий. Видеоопленка сохранила впечатляющие кадры: крошечный шимпанзе пробирается по верхней границе стоящей вертикально огромной клавиатуры с лексиграммами, около которой безуспешно мается его мать. Время от времени Канзи наугад нажимал какую-нибудь клавишу. Было похоже, что Матата не одобряет его активности, а никто из исследователей не придавал ему значения. Тем не менее оказалось, что в отличие от матери он проводил время совсем не даром.

Обстановка, в которой рос Канзи, а потом и другие бонобо, была еще более располагающей к интеллектуальному развитию, чем у обезьян в предыдущих проектах. Перечис-

лим основные особенности подхода Сью Сэвидж-Рамбо.

Во-первых, обезьяны этого поколения содержались в более богатой среде, чем Лана и Шерман с Остином (большие помещения, много игрушек, телевизор, бытовая техника, которой они активно пользовались, прогулки по лесу, поездки в соседние городки и т. п.). Лаборатория располагалась на обширной территории, покрытой лесом, и исследователи могли выводить обезьян на далекие прогулки.

Во-вторых, обезьяны находились в тесном общении с человеком, некоторые имели «приемных матерей» (у Канзи это была Джаннин Мерфи).

В-третьих, люди постоянно разговаривали при обезьянах, но при этом не проводили специальной дрессировки, не добивались выполнения словесных команд, а лишь создавали для них соответствующую языковую среду: комментируя все происходящее, четко произносили правильно построенные простые фразы.

В-четвертых, Канзи и другие детеныши росли не только с собственными матерями-обезьянами (помимо приемных матерей из числа исследователей), но и в правильном социальном окружении — среди обезьян разного возраста, как бонобо, так и обыкновенных шимпанзе. Благодаря этому они получали полноценный опыт внутривидовой коммуникации. Последнее обстоятельство весьма существенно, поскольку это высокосоциальные животные: по выражению Р.Йеркса, «один шимпанзе — не шимпанзе».

Канзи

Условия, в которых рос Канзи, способствовали тому, что он стал усваивать азы обоих языков (йеркиша и английской речи), на которых в его присутствии общались окружающие. Когда ему было полтора года, люди впервые заметили, что он понимает некоторые слова. Сначала это касалось предметов или действий, очевидных из контекста. Например, он принимал к сведению просьбы и указания («Пожалуйста, не трогай телевизор», «Хочешь на улицу?»). Однако наряду с этим он явно следил за разговорами. Както раз Сэвидж-Рамбо сказала сотруднице, что прошлой ночью кто-то оставил в лаборатории свет, и, случайно взглянув при этом на Канзи, обнаружила, что тот смотрит на выключатель, хотя ни она, ни ее собеседница туда не смотрели. У Канзи спонтанно проявилось понимание слов как таковых, независимо от контекста и без всякого поощрения, — проявилось свойство *рецептивности*.



Постепенно стремление Канзи вслушиваться в разговоры людей, не адресованные непосредственно ему, становилось все более очевидным. Его реакции на речь окружающих все заметнее превосходили то, что ранее отмечалось у других обезьян.

Многие владельцы кошек и собак убеждены в том, что их питомцы понимают все, «только не могут сказать», — этому посвящена целая глава в книге Конрада Лоренца «Человек находит друга». Подобное заблуждение разделял даже Дарвин. А когда речь заходит об обезьянах, убежденность в том, что, к примеру, шимпанзе Шерман и Остин могут понимать устную речь, оказывается еще более сильной. Тем не менее это всего лишь иллюзия.

Чтобы проверить способности понимания слов у Шермана и Остина, слышавших человеческую речь на протяжении всей жизни, были проведены специальные опыты. В них была исключена всякая контекстная информация, и обезьяны были вынуждены отвечать только на звуковые сигналы. В этих тестах Шерман и Остин слышали слова, которые они хорошо знали в виде лексиграмм, и должны были выбирать соответствующие картинки. Они хорошо справлялись с заданием, когда видели лексиграмму (90% правильных реакций) и, следовательно, понимали, что от них требуется. Если же обезьяны получали задание устно, то терялись, начинали волноваться, показывали на клавиатуру, как бы просили «перевести» слово на йеркиш, чтобы они могли найти правильную картинку. Правильные ответы не превышали случайного уровня в 30%.

Вместе с тем, общаясь с людьми, обезьяны настолько преуспевают в восприятии невербальных аспектов коммуникации, что часто догадываются о намерениях говорящего, на самом деле не понимая значения слов. Сюэ Сэвидж-Рамбо иллюстрирует это удачным примером: если вы следите за мыльной оперой с выключенным звуком, то почти всегда и без слов понимаете, о чем идет речь. Способность «читать» информацию из разных источников, таких, как жесты, взгляды, действия, интонация, у обезьян развита очень хорошо. Отсюда и рождается заблуждение, что они понимают слова: сосредоточенные прежде всего на языке, люди забывают о существовании других каналов информации.

Приведем один из примеров того, насколько велика способность обезьян воспринимать тонкие градации в отношениях окружающих людей. В какой-то момент супруги Футс решили поближе познакомиться «семью Уошо» с собственными тремя детьми, и те стали проводить с обезьянами много времени. Однажды, прощаясь с шестилетней Хиллари, Уошо попросила обнять ее на прощанье. После того как они обнялись, Футс спросил: «ЭТО КТО?», на что Уошо ответила: «РЕБЕНОК РОДЖЕРА И ДЕББИ». Это была полная неожиданность — Футсы

полагали, что при обезьянах они всегда вели себя просто как коллеги по работе. Как пишет Р.Футс, «никто не сравнится с шимпанзе в умении понимать невербальные сигналы! А мы-то все эти годы держали Уошо за дурочку».

И все же понимают ли обезьяны устную речь? Данные тех немногих ученых, которые пытались анализировать эту проблему на шимпанзе, воспитанных в домашних условиях (Н.Н.Ладыгина-Котс, Луэлла и Уинтроп Келлог, Кэти и Кейт Хейс), показали, что обезьяны понимали совсем немного слов, главным образом связанных со специфическим контекстом. Футс предполагал, что Уошо и некоторые другие обезьяны понимали как минимум три или четыре слова. Возможно, у других обезьян еще удастся обнаружить подобные способности, но пока ни одна из них, видимо, не смогла сделать такого прорыва в понимании звучащей речи, какой продемонстрировал Канзи.

Понимание слов

Постепенно стремление Канзи вслушиваться в разговоры людей становилось все более очевидным. Со временем, после двух с половиной лет, когда Канзи начал активно пользоваться клавиатурой, он стал даже «переводить» их на йеркиш, выбирая соответствующие лексиграммы. Например, однажды он слушал, как сотрудники обсуждали драку Шермана и Остина, затем нажал лексиграмму «ОСТИН» и жестом пригласил идти в том направлении, где тот жил. В другой раз кто-то мимоходом сказал при нем, что он научился включать и выключать свет. Он тут же нажал лексиграмму «СВЕТ» и показал на выключатель. (В этих эпизодах проявилось соединение знаков с указательными жестами, характерное и для детей на ранних стадиях освоения языка.) Со временем Канзи превзошел тот уровень понимания звучащей речи, который наблюдали у Шермана и Остина, а несколькими годами раньше — у Уошо и Люси. В конце концов сотрудникам, как и многим родителям, пришлось избегать говорить при Канзи о некоторых вещах. А тот, как и дети в такой ситуации, стал прислушиваться еще старательнее.

Накопление подобных наблюдений побуждало переходить к строгому тестированию в контролируемых условиях. Канзи к тесту специально не готовили, и за правильные ответы он не получал съедобных наград — только похвалы. Ему показывали набор фотографий (до 15 одновременно), а затем называли их и просили дать одну. Всего в тесте было использовано 35 предметов и проведено 180 проб. Канзи действовал практически безошибочно — 93% правильных ответов на устные вопросы. Он относился к процедуре тестирования очень серьезно и внимательно выслушивал вопросы. Чтобы избежать невольных подсказок (вечное опасение всех исследователей языка обезьян), тест проводили разные люди, Канзи не видел их, а голоса слушал через наушники. В некоторых опытах вопрос задавали с помощью синтезатора голоса, убирающего интонацию. Это трудный для многих детей момент, однако Канзи с ним справился.

К концу 17-месячного тестирования (Канзи было тогда около шести лет) он понимал около 150 звучащих слов, причем отвечал правильно даже при тестировании парами слов, отличающихся на одну фонему. Таким образом, наблюдения за Канзи позволили прийти к неожиданному выводу: он спонтанно научился понимать звучащую речь в объеме, ранее не зафиксированном ни у одного животного! Но это было еще не все: Канзи понимал не только отдельные слова, но и целые фразы и одновременно так же самостоятельно осваивал йеркиш.

Спонтанное усвоение лексиграмм

Последнее обстоятельство выяснилось, когда в 1982 году Канзи разлучили с Мататой. (Ее перевезли в другой приматологи-

Полуторогодовалый Канзи при виде банана, вынутого из сумки, нажимает соответствующую лексиграмму



ческий центр, где у нее родилась Панбэниша.) После этого, по словам Сэвидж-Рамбо, началась новая эра в работе Центра изучения языка: Канзи все свое внимание стал уделять людям. Теперь он мог целиком предаться тому, в чем были заинтересованы исследователи. Канзи не собирались воспитывать как человеческое дитя — все хотели, чтобы он стал счастливым, уравновешенным, любящим людей, но при этом оставался настоящим бонобо. Разумеется, приходилось развивать в нем некоторые человеческие навыки: его, например, приучали пользоваться туалетом, однако не пытались одевать из соображений приличия. Он этого не любил и лишь иногда, если было прохладно, надевал рубашку или свитер, тогда как от штанов и ботинок с самого начала решительно отказывался.

«Переключение» внимания и привязанности на людей не означало, что он совсем забыл мать. Сэвидж-Рамбо отмечает эпизод, относящийся, по-видимому, к несколько более позднему периоду, когда Канзи уже активно пользовался клавиатурой. В ответ на вопрос, зачем он пытается заглянуть под железнодорожные пути, он ответил, что ищет Матату.

В день отъезда Мататы Канзи сам взялся за клавиатуру. Лишившись матери, а с нею и возможности сообщать о своих потребностях, он стал «говорить» о них людям, с легкостью выбирая на клавиатуре нужные лексиграммы. И тут выяснилось, что, хотя с Канзи никогда не занимались специально, он многому научился, наблюдая за тем, как пытались учить Матату.

Похоже, Канзи понимал, что люди используют клавиатуру как средство общения, и чувствовал потребность в этом. Он по собственной инициативе стал нажимать на соответствующие клавиши при появлении заинтересовавшего его предмета, *ничего при этом не требуя*, то есть начал спонтанно применять знаки как наименования предметов, пропустив долгую стадию «знака-просьбы», через которую проходили все его предшественники. В фильме есть замечательный кадр, где крошечный Канзи на руках одной из сотрудниц пьет из бутылочки, а потом небрежным жестом через плечо нажимает лексиграмму «СОК».

После того как он начал манипулировать с клавиатурой, ему предоставили возможность наблюдать за общением тренеров с другими обезьянами при помощи лексиграмм, в дополнение к тому, что он постоянно слышал все разговоры в лаборатории. Таким образом, Канзи (а потом Панбэниша и другие обезьяны) росли как билингвы — они параллельно усваивали знаки на двух языках для обозначения одного и того же предмета или понятия. Точнее, они были даже трилингвами, поскольку наряду с усвоенными ими элементами человеческих языков пользовались и собственными видоспецифичными коммуникативными средствами. Авторы особо подчеркивают, что они никогда не побуждали Канзи использовать лексиграммы для просьбы о чем-то или для получения какого-то предмета. Тем самым характер обучения (а затем и тестирования) Канзи все больше удалялся от той жестко канализованной процедуры, на которой базировалось обучение практически всех его предшественников.

С этих пор люди, работавшие с Канзи, разговаривая между собой или с ним, сопровождали слова соответствующими лексиграммами. И наоборот, клавиатура Канзи была реконструирована так, что при каждом выборе лексиграммы он еще и слышал слово. Так происходящие спонтанно процессы усвоения двух языков были сведены воедино.

Чтобы проверить, действительно ли Канзи уловил эту связь, было организовано несколько специальных тестов, которые продолжались целых 17 месяцев, параллельно с тестированием понимания устных слов. В одном из вариантов теста Канзи сажали перед вертикальной клавиатурой и «диктовали» ему слова, а он водил пальцем по рядам клавиш в поисках нужной лексиграммы. Уровень правильных ответов составил у него 93%, как и при тестировании понимания устных слов с помощью фотографий. При этом выяснилась ха-



«Говорящая» горилла Коко
(справа — ее любимый
воспитатель Рон Кон)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

актерная подробность: его понимание знаков (*рецептивность*) намного превосходило количество лексиграмм, которыми он пользовался (*продуктивность*). Это один из важных признаков, характерных для процесса овладения языком у ребенка. Подобную тенденцию отмечали и у амслен-говорящих обезьян, но в поведении Канзи она проявилась наиболее выразительно. В целом Канзи обнаружил несравнимо больше понимания, чем Шерман или Остин, которые учили лексиграммы только зрительно, без участия звучащей речи.

К тому времени, когда Канзи исполнилось пять с половиной лет, он знал 149 лексиграмм. Помимо названий предметов обихода, имен сотрудников и кличек других обезьян, он усвоил многочисленные названия помещений лаборатории и лесных прогулочных мест, обозначения глаголов, прилагательных, числительных от 1 до 5. Канзи, а затем и остальные бонобо активно пользовались знаком «СЮРПРИЗ» («удивление»). Важно отметить, что в его словарь входили лексиграммы для обозначения времени — «ПОТОМ» и «СЕЙЧАС». Когда люди были готовы что-то для него сделать, ему говорили «RIGHT NOW». Сэвидж-Рамбо отмечает, что «сам Канзи редко пользовался этой лексиграммой, он изобрел для данного сообщения голосовой сигнал». Какой именно, она не уточняет, но в одной из популярных статей есть упоминание, что Канзи довольно похоже произносил эти слова.

Со временем «высказывания» Канзи все шире распространялись на его занятия в течение дня. Он охотно сотрудничал с людьми во всех их делах — помогал готовить, научился собирать хворост и разводить костер, лихо управлял электрокаром, в 1990-е годы освоил изготовление каменных «ножей» для добывания конфет из тайника (см. ниже). С помощью лексиграмм он спрашивал, в каких местах леса они будут гулять, что будут есть, в какие игры играть, об игрушках, которые ему нравились, о том, что лежит в рюкзаках, о любимых видеофильмах и визитах к Шерману и Остину. Очень быстро выяснилось, что стандартная компьютерная клавиатура не годится для использования на улице; вместо нее изготовили несколько вариантов переносных клавиатур еще до начала массового производства ноутбуков.

Таким образом, Канзи спонтанно, без всяких усилий, а главное, без специальных тренировочных процедур пришел к тому, чего от других обезьян добывались напряженной дрессировкой. В результате подход к проблеме претерпел большие изменения. Сэвидж-Рамбо исключила из своих протоколов и лексикона слова «обучение языку», поскольку Канзи освоил так много, просто живя в лаборатории и наблюдая за происходящим. С какого-то момента его стали считать полноправным участником совершенствования диалога бонобо — человек. Люди разговаривали с Канзи так, будто он понимал все, что они говорили, как это обычно делают и родители со своими малолетними детьми. Для поддержания темпа, с каким Канзи расширял свой словарь, к клавиатуре добавили новые лексиграммы, при нажатии на которые звучало и устное название предмета. Следует еще раз подчеркнуть, что вся эта система общения сложилась спонтанно — по мере проявления очередных достижений Канзи, который постоянно пользовался клавиатурой для общения с окружающими его людьми.



Синтаксис

Постепенно накапливались свидетельства того, что Канзи понимает не только отдельные слова, но и фразы. Это требовало проверки, и в дальнейшей работе Сэвидж-Рамбо пыталась сравнить понимание произносимых человеком предложений у Канзи и у ребенка — девочки Али. Мать Али, Дж. Мерфи, была главной воспитательницей Канзи, с ней он проводил больше всего времени. Именно ее речь чаще других он слышал изо дня в день, а позднее именно она развивала его йеркиш. Половину дня она занималась с Канзи, а другую половину проводила со своей дочерью Алей. Благодаря этому Канзи и Аля имели сходный опыт знакомства с звучащей речью.

В мае 1988 года исследователи начали сравнивать понимание предложений у Али и Канзи. В начале тестирования (оно продолжалось до февраля 1989 года) Канзи было восемь лет, а Але два года. Им предложили в общей сложности по 600 устных заданий, каждый раз новых.

Обстановка тестирования была разнообразной. Это мог быть прямой контакт, когда обезьяна и человек сидели рядом на полу среди груды игрушек. В некоторых опытах экспериментатор надевал шлем, закрывающий лицо, чтобы мимикой или взглядом не подсказать нужное действие или предмет (что вообще было маловероятно). В других опытах, также во избежание вольных или невольных подсказок, экзаменатор находился в соседней комнате, наблюдая за происходящим через стекло с односторонней видимостью. В этих случаях Канзи тоже слушал задания через наушники, причем их произносили разные люди, а иногда применяли даже синтезатор речи.

В подавляющем большинстве случаев Канзи без какой-либо специальной тренировки правильно выполнял каждый раз новые инструкции:

Положи булку в микроволновку;

Достань сок из холодильника;

Дай черепахе картошки;

Достань платок из кармана X.

При этом часть заданий давали в двух вариантах, смысл которых менялся в зависимости от порядка слов в предложении:

Выйди на улицу и найди там морковь;

Вынеси морковь на улицу;

Налей кока-колы в лимонад;

Налей лимонад в кока-колу.

Многие обращенные к нему фразы провоцировали совершение нестандартных (или даже обычно наказуемых) действий:

Выдави зубную пасту на гамбургер;

Найди собачку и сделай ей укол;

Нашлепай гориллу открывалкой для банок;

Пусть змея (игрушечная) укусит Линду (сотрудницу) и т. д.

Ежедневные занятия с Канзи были направлены на то, чтобы снова и снова выяснять, в каких пределах он понимает происходящее. Например, во время прогулки его могли попросить:

Набери сосновых иголок в рюкзак;

Положи мячик на иголки;

а через несколько дней:

Насыпь иголок на мячик.

Канзи получал и такие задания, реакцию на которые трудно было предсказать. Вот один из примеров. С шестимесячного возраста любимыми игрушками Канзи были шарики и всевозможные мячи, большие и маленькие, мягкие и твердые. Он не чувствовал себя вполне счастливым, если у него не было хотя бы одного мячика, а еще лучше, если их было два или три. Когда другие обезьяны хотели подразнить или вывести из себя Канзи, они старались отобрать у него его сокровища, стоило тому зазеваться. Канзи всегда был начеку, если ему говорили: «КТО-ТО ХОЧЕТ ВЗЯТЬ ТВОЙ МЯЧ». Он немедленно обращался и спешил его забрать. Когда у Канзи бывало 5—6 мячиков и ему приходилось идти вместе с другими бонобо, ему приходилось нелегко: то один, то другой мяч падал и ка-

тился туда, где его могут схватить другие обезьяны. Иногда Канзи показывали видеofilm, в котором горилла крадет один из его мячей и играет с ним. Канзи впивался в экран, как только начинал разворачиваться этот сюжет, а затем бросался в те места, которые увидел на экране, чтобы немедленно найти мячик. У Канзи необычайная память на все его сокровища; по прошествии дня, месяцев и даже нескольких лет он помнил, где и какой у него оставался шарик.

Однажды Сэвидж-Рамбо попробовала провести эксперимент, используя его любовь к мячам. Когда они с Канзи подходили к ручью, она спросила: «КАНЗИ ТЫ МОЖЕШЬ БРОСИТЬ СВОЙ МЯЧИК В РУЧЕЙ?» Было точно известно, что раньше он никогда не делал этого и что никто никогда не просил его об этом, хотя бы потому, что обычно все вещи, кроме палок и камней, экспериментаторы старались держать подальше от воды. Однако на этот раз было решено нарушить это правило, чтобы посмотреть, сможет ли Канзи понять такую необычную просьбу. И он сразу же бросил мячик в воду.

Еще более интересными были его реакции на условные предложения. Один раз, например, Канзи привели в гости к Остину. Как раз в этот момент Остину дали кашу, которой очень захотелось Канзи, и он все время ее выпрашивал. Было ясно, что Остин рассердится, если его кашу отдадут Канзи. Все это объяснили Канзи, который в то время играл с маской монстра. Остин заинтересовался маской, поэтому и решено было предложить обмен: «КАНЗИ ЕСЛИ ТЫ ДАШЬ ЭТУ МАСКУ ОСТИНУ Я ДАМ ТЕБЕ ЕГО КАШИ». Канзи сразу же отдал маску Остину и снова показал на кашу. Это была устная сделка, и Канзи ее понял.

Зафиксировано и опубликовано довольно много случаев, когда Канзи выполнял сложные, нестандартные задания, смысл которых нельзя было понять только из контекста. Они касаются в особенности тех ситуаций, когда речь шла об интересном для него предмете. В противном случае он либо не обращал на него внимания, либо вел себя как глухонемой, а мог действовать и наперекор.

Достижения Канзи, несомненно, подтвердили способность шимпанзе к спонтанному пониманию синтаксиса. Оказалось, что, как и его коллега по эксперименту девочка Аля, он практически безошибочно понимал все предложенные вопросы и задания. В среднем Канзи выполнил правильно 81% заданий, тогда как Аля — 64%. Их ошибки были похожи и имели скорее случайный характер. То же соотношение обнаружили и Гарднеры, сравнивая точность ответов Уошо и детей. Анализ поведения Али при неправильных ответах заставляет предположить, что она слишком часто отвлекалась.

Конечно, Аля очень скоро превзошла свой тогдашний уровень понимания предложений. Канзи тоже не стоял на месте, но их достижения сравнивать не приходится — его «выскашивания» продолжают оставаться одно-двухсловными и редко выходят за пределы узкого круга тем, связанных с едой, играми и прогулками. О том же свидетельствуют наблюдения за Уошо (на протяжении почти сорока лет) и членами ее «семьи». Во всяком случае, убедительных данных о качественном прогрессе в пользовании языком мы не встретили.

Уникален ли Канзи?

По мере того как продолжались эти исследования, возникли два очевидных вопроса. Во-первых, действительно ли Канзи уникален среди бонобо? Во-вторых, действительно ли бонобо от природы наделены большими способностями к овладению языком, чем обычные шимпанзе? Опыт общения с Шерманом и Остином, казалось, говорил о том, что обычные шимпанзе — другие. В частности, хотя Шерман и Остин в течение восьми лет постоянно слышали человеческую речь, у них не удалось выявить сколько-нибудь значительного понимания речи. Кроме того, свой скромный запас лексиграмм они создали напряженной тренировкой и никаких признаков спонтанности в усвоении азов языка не проявили.

Ответить на первый вопрос попытались в самом начале программы, воспитывая дочь Мататы Малику: с самого рождения ей, так же как и Канзи, предоставили полный набор лексиграмм и возможность слышать речь. Она спонтанно начала пользоваться лексиграммами в годовалом возрасте, намного раньше, чем Канзи. Так стало понятно, что он не уникален.

Это представление укреплялось по мере того, как росла Панбэниша, шаг за шагом повторяя успехи Канзи. Одно время много говорили о том, что она перегоняет своего брата, что ее лексикон намного больше и т. д. Но к сожалению, мы не встретили строгих научных публикаций о результатах работы с этой обезьяной.

Вместе с тем у Сэвидж-Рамбо сформировалось впечатление, что бонобо отличаются от обычных шимпанзе, и она поторопилась заявить об этом в нескольких научных статьях, не дожидаясь проведения контрольных тестов. Между тем необходимость такого контроля была совершенно очевидна, и недолгое время спустя его провели. Для этого шимпанзе и бонобо нужно было поместить в одинаковые условия воспитания и в сходную языковую среду. Именно так и поступили со второй дочерью Мататы — Панбэнишей и обычной шимпанзе по имени Панзи. Сначала казалось, что предварительное заключение было правильным, потому что Панбэниша начала пользоваться лексиграммами в первый же год жизни, а Панзи — нет. Однако к 18 месяцам Панзи взялась за клавиатуру и сделала рывок в ее освоении. Правда, она так и не сравнялась с Панбэнишей ни в понимании знаков, ни в их продуцировании. Тем не менее погружение в обогащенную «двуязычную» среду привело к замечательным успехам в овладении языком у обезьян обоих видов.

Итак, из работ с Канзи, Маликой, Панбэнишей и Панзи было получено два важных вывода. Прежде всего, и шимпанзе, и бонобо могут спонтанно, без направленного интенсивного обучения осваивать язык-посредник благодаря пребыванию в языковой среде, как это происходит с детьми. Однако они следуют медленнее по этому пути и, разумеется, могут продвинуться не так далеко, как дети.

Еще один важный аспект этой проблемы — возраст, когда начинается обучение. Опыты на Ушо, одни из самых успешных, начались, когда ей было 10 месяцев. Сравнение языковых навыков у разных шимпанзе также показывает, что, как и у людей, чем раньше начато обучение, тем лучше результаты. В то же время горилла Майкл начал учиться таким же взрослым, как и Матата, но его успехи сопоставимы с достижениями другой гориллы, Коко, обучавшейся с младенчества.

Скептики

Результаты опытов с Канзи и другими обезьянами, воспитанными в тех же условиях, многих убедили в том, насколько сходно развиваются наиболее сложные психические функции у человека и его ближайших родственников. Эти данные вызвали множество откликов в психологической и приматологической литературе. Так, известный американский нейроморфолог Т.Дикон не только опубликовал несколько работ об особенностях структуры мозга антропоидов, которые лежат в основе их вербального поведения, но и разработал оригинальную трактовку языка Канзи, отличную от предложенной С.Сэвидж-Рамбо. (Мы не рассматриваем здесь данные об особенностях структуры мозга антропоидов, которые обеспечивают осуществление их вербального поведения. Еще в 60-е годы в сравнительных исследованиях цитоархитектоники мозга приматов в Институте мозга АМН СССР было показано, что в мозгу человекообразных обезьян имеются все основные речевые центры. В 90-е годы эти данные получили подтверждение с помощью современных методов.)

Один из пионеров и классиков этого направления, Д.Примэк, также откликнулся на достижения Канзи. Его работы послужили основой для развития целых направлений (например,



Другая «говорящая» обезьяна — знаменитая Ушо



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

изучение умозаключений и «theory of mind» у приматов). В своей книге «Original Intelligence. Unlocking the Mystery of Who We Are» («Изначальный разум. Разгадка тайны: кто мы?») он призвал к более осторожной трактовке успехов Канзи. Примэк предполагает, что ни Канзи, ни двухлетний ребенок, скорее всего, не понимают многих слов, входящих в эти задания, — таких, как SOME, IN, AND, THE, THAT, ON, COULD YOU, CAN YOU. Он указывает, что после удаления этих слов видимость сложности подаваемых команд исчезает и они сводятся к обычному уровню тестов, применяемых к обученным языку шимпанзе. По его мнению, чтобы продемонстрировать понимание всех этих слов, следует показать, что и ребенок, и шимпанзе могут понимать грамматические различия между A boy и THE boy; отличать SOME от ALL; улавливать разницу между candy AND gum и candy OR gum; между предлогами IN и ON и т. д.

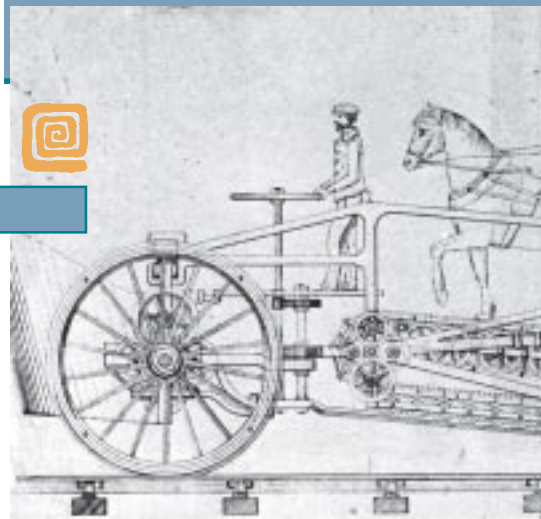
Примэк отмечает, что чистота результатов сравнения ребенка и бонобо по уровню понимания речи в тестах С.Сэвидж-Рамбо сомнений не вызывает. Другое дело, что они выявляют у ребенка только примитивный уровень владения языком, поскольку предложенные задания можно понимать с помощью так называемой грамматики Люббока, которая базируется на перцептивных категориях типа «действие — объект», а не на грамматических «глагол — существительное».

Хотя способность выполнять такие команды, вероятно, свидетельствует о языковых возможностях бонобо — как и собак, и дельфинов, — она не может выявить истинных возможностей ребенка. Если двухлетний ребенок еще не владеет во всей полноте грамматикой взрослого, его знание языка не ограничивается только выполнением подобных заданий. Бесспорно, со временем ребенок освоит все слова, которых он ранее не понимал, и перейдет от правил «объект — действие» к правилам, основанным на категориях «существительное — глагол», однако, по мнению Примэка, пока не похоже, что бонобо способны осуществить такой же переход.

Сами исследователи считают, что способность Канзи понимать звучащую речь — одно из частных проявлений его способности осваивать язык человека спонтанно, сходным с детьми образом. Высокий уровень понимания звучащей речи способствовал прогрессу в создании им собственных «высказываний», как это происходит и у детей. Ключевой момент здесь — установление того факта, что как звучащие слова, так и лексиграммы используются обезьянами как знаки-референты для символической коммуникации и связаны с тем уровнем обобщения, который в обычных тестах характеризуется как уровень довербальных понятий.

По словам Сэвидж-Рамбо, это открытие побудило ее пересмотреть представления о языке и уникальности человека: «Если человекообразная обезьяна может начать понимать устную речь без специальной тренировки и способна делать нечто большее, чем давать разные жестовые ответы на определенные сигналы, не говорит ли это о том, что она обладает способностями к языку и речи, сходными с нашими? Даже если обезьяны не могут говорить, их способность понимать речь может свидетельствовать о существовании когнитивной основы, необходимой для овладения языком».





БИОТЕХНОЛОГИИ

Паутина в пробирке

Паутинная нить, шедевр прочности и эластичности, не дает покоя биотехнологам, которым очень хочется научиться делать такую же. Исследователи из Федерального государственного унитарного предприятия «ГосНИИгенетика» и ГНЦ прикладной микробиологии ценной больших усилий спряли паутинную нить. Правда состоит она всего из одного белка, а не из многих, как настоящая паутина. Их усилия поддерживает РФФИ (bogush@genetika.ru).

Нити паутины на разрыв в 5 раз прочнее стали и способны вытягиваться на треть своей длины. Разорвать ее труднее, чем любое из известных полимерных волокон. Обладая столь высокой прочностью, паутинный шелк не вызывает аллергии и легко рассасывается в организме. Очевидно, что искусственные материалы с такими свойствами нашли бы широкое применение в медицине и других областях. К сожалению, получать искусственную паутину люди до сих пор не научились. Это сложнейший композиционный материал, состоящий из переплетенных молекул разных белков. Одни белковые компоненты обеспечивают прочность паутины, другие — ее эластичность. Ученые сосредоточились на основном белке каркасной нити паутины паука-кругопряда — спидроине.

Московские биотехнологи поставили перед собой задачу получить очищенный спидроин и исследовать его физико-химические и механические свойства. Ученые рассчитывали таким путем нащупать технологию получения



если не аналога натуральной паутины, то нового материала с уникальными заранее заданными свойствами.

Процесс выделения и очистки спидроина нелегок. Экспериментаторы синтезировали ген этого белка и заставили работать в клетках метилотрофных дрожжей. Из разрушенных дрожжевых клеток после долгой и многоступенчатой очистки выделили, наконец, спидроин безо всяких примесей. Из одного килограмма сырых дрожжей получается приблизительно 70 мг чистого белка.

Из этого белка экспериментаторы смогли получить нить. Прядение паутины в лабораторных условиях оказалось нелегким делом. Сначала спидроин растворяют в смеси роданистого натрия и уксусной кислоты. Получается вязкий раствор, капельку которого помещают в специально сконструированный микроспиннерет — сосуд с крошечным отверстием. Через это отверстие прядильный раствор медленно выдавливают в стакан со спиртом. За одну минуту из отверстия вытекает не более одной тысячной миллилитра прядильного раствора. В этаноле эта струйка превращается в тонкую нить, которая свободно падает на дно сосуда и хорошо различима при определенном освещении. На этой стадии нити спидроина напоминают сухую вермишель быстрого приготовления. Потом их еще неоднократно промывают в спиртах разной концентрации и в воде, вытягивают и сушат и, наконец, получают желанный продукт.

Из одной тысячной миллилитра белкового раствора обычно образуется от 80 до 100 см спидроиновой нити. Эти нити растягиваются на 5–15%, что соизмеримо с природными аналогами, состоящими из многих белков (они растягиваются процентов на тридцать). А еще у лабораторной паутины подкачала прочность — она в 4–6 раз уступает природной каркасной нити пауков-кругопрядов. Но все же спидроиновая нить на разрыв примерно в полтора раза прочнее сухожилий и в 2,3 — 2,8 раза крепче кости.

Конечно, паук делает паутину гораздо быстрее, дешевле и лучшего качества. Но исследователи довольны полученным результатом. Они доказали, что разработать технологию создания

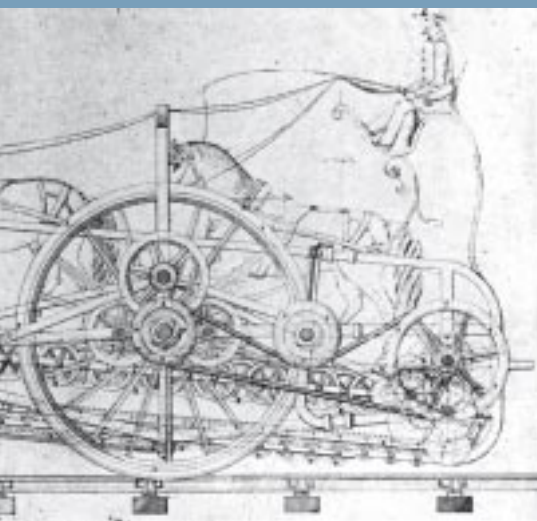
биоматериалов — аналогов природных спидроинов — возможно. Следовательно, есть что совершенствовать. Кроме того, изучая спидроиновые нити, ученые надеются понять, какие факторы обеспечивают ее эластичность и прочность, а эти знания могут оказаться принципиально важными для создания новых полимеров.

НАНОХИМИЯ

Наноавтомобиль

Химики из Московского государственного университета при помощи математического моделирования предложили оптимальное конструкторское решение для создания наноавтомобилей — молекул-машин на четырех фуллереновых «колесах» (anem@icc.chem.msu.ru).

Московские ученые разработали программное обеспечение для моделирования молекулярных устройств — так называемых наноавтомобилей. Это передвижная платформа, на базе которой можно было бы конструировать нанороботов. Наноавтомобиль представляет собой крупную молекулу, состоящую из довольно жесткого углеводородного каркаса — аналога автомобильной рамы, с четырьмя расположенными на осях молекулами фуллеренов (полыми шарами из атомов углерода) — «колесами». Первые подобные конструкции химики, но не московские, а американские, уже синтезировали и даже выяснили, что на подложке из золота наноавтомобили могут передвигаться. Но ездят они плоховато — колеса-фуллерены сочленяются с рамой неудобно. Угол между осью колеса и рамой не прямой, поэтому колеса «косолопят». Как же этого



избежать? Ответ на этот вопрос и нашли ученые МГУ им. М.В. Ломоносова.

Сделать это было непросто. Чтобы сконструировать обычный автомобиль, и то нужно провести немало расчетов. Но у нормальной машины все материалы и детали можно, по крайней мере, потрогать и исследовать инструментальными методами. Как быть в том случае, если и сам будущий автомобиль, и тем более его детали — меньше микрона? Как вообще конструировать роботов, которые манипулировали бы предметами на нануровне, о которых все говорят, но пока еще никто не сделал?

Там, где невозможен реальный эксперимент, нужен эксперимент виртуальный. А именно — компьютерный, основанный на высокопроизводительных расчетах методами молекулярной динамики и комбинированными методами квантовой и молекулярной механики. Сейчас знания ученых о строении атомов и молекул и о законах, которым подчиняется их движение и взаимодействия, позволяют смоделировать поведение набора атомов, связанных между собой более или менее прочными (обычно известно — какими) связями. Что и продемонстрировали сотрудники химфака МГУ — команда профессора А.В.Немухина, на примере моделирования прототипа наноавтомобиля.

Авторы разработали программное обеспечение, с помощью которого можно предсказывать оптимальный химический состав и структуру подобных молекул — осей наноавтомобилей, на которых колеса из С60 будут вращаться гораздо лучше, чем в уже известных образцах. Это облегчит задачу химикам, которые синтезируют подобные устройства — нанороботы или нанотранспортеры.

Пока, правда, работа не завершена. Программы есть, но, чтобы провести по-

добные вычисления, нужен если не суперкомпьютер, то достаточно мощный кластер компьютеров. А пока что ученые успешно решают задачу на компьютерах, имеющихся в их распоряжении.

ИЗОБРЕТЕНИЯ

Волшебный горшок

Московские ученые придумали устройство, благодаря которому комнатные цветы смогут выжить даже у очень занятых или ленивых хозяев. С его помощью можно выращивать практически любые цветы — от неприхотливой герани до капризной орхидеи (gorshkoff@gorshkoff.ru).

На прошедшей осенью в Москве выставке робототехники это устройство как будто не очень вписывалось в общую массу пляшущих, ползающих и летающих порождений рук человеческих. Однако посетители у стенда не переводились. Потому что роботы роботами, но автомат по уходу за традесканциями, фиалками и прочими зелеными насаждениями на подоконниках среднестатистического гражданина как-то понятнее. Во всяком случае, нужнее в повседневной жизни.

Впрочем, в том, что устройство имеет полное право участвовать в выставке, у его создателей сомнений нет. «Робот — это механизм, который делает некую работу вместо человека, — говорит один из создателей устройства Н.Н.Слепцов. — Это условие в данном случае выполнено. Наша система автоматически поддерживает жизнь комнатного растения, причем так, что цветок чувствует себя вполне комфортно: хорошо растет, цветет и даже приносит плоды, если в принципе может это делать, конечно».

Суть метода — та же гидропоника, которую давно и успешно используют в сельском хозяйстве, только в миниатюре. Авторы предлагают выращивать цветы не в обычных горшках, а в специальных — двухкамерных.

Верхняя камера, или верхний этаж, — это и есть собственно грядка. Заполнена она не землей, а разноцветными шариками из мраморной крошки, в которые следует посадить цветок, предварительно как следует промыв его корешки. Понятно, что шариками сыт не будешь. Главная пища цветка — специальный раствор — находится в нижней камере. Там же расположена и помпа — насос, подключенный к таймеру.

По сигналу таймера помпа по трубке, соединяющей камеры, заполняет верхнюю камеру питательным раствором так, чтобы корни растения были в растворе, а стебель — на воздухе. Время «затопления» тщательно продумано и индивидуально для каждого вида растений. После того как растение «наелось», помпа перестает работать, и раствор выливается обратно — в нижнюю камеру. Субстрат, то есть емкость с шариками, наполняется воздухом. Это период аэрации корней, чтобы они не подгнили от избытка влаги и недостатка кислорода. А через заранее заданный промежуток времени весь цикл повторяется вновь. Этот вид гидропоники специалисты так и называют — «периодическое затопление».

«Цветок в гидропоте, как мы назвали нашу систему, мог бы расти вообще без участия человека, — рассказывает Н.Н.Слепцов. — Но состав питательного раствора и его кислотность со временем меняются, в нем уменьшается концентрация минеральных веществ, необходимых для полно-



ценного роста растения. Поэтому изредка человеку все-таки приходится участвовать в процессе: раз в две недели выливать старый раствор из нижней камеры и наливать новый».

В принципе менять раствор можно и реже, иногда даже раз в 4–5 недель, но поступать так постоянно все-таки не стоит. Зато, если строго следовать инструкциям и выбрать чудо-горшок определенной конструкции, нужной именно для данного вида растений, можно, как уверяют авторы, вырастить даже орхидею — цветок исключительно капризный. Причем без особых хлопот и даже без грязи на подоконнике — неизбежного «побочного эффекта» домашних цветников.





Художник Н. Крашин

Глядя в замерзшую воду

Казалось бы, что может быть проще, чем самое распространенное вещество на нашей планете – вода? Два атома водорода, один кислорода, какие уж тут загадки! Однако иногда появляется ощущение, что поведение гигантских молекул ДНК известно ученым гораздо лучше, чем этой простой молекулы. Взять хотя бы проблему замерзания кипящей воды. Не раз и не два мы писали об этом загадочном явлении, а ответ на вопрос, какая вода замерзает быстрее, горячая или холодная, так и не получен. Причем не получен он в мировом масштабе, о чем свидетельствует статья **Филипа Болла**, известного популяризатора науки (см. «Химию и жизнь», 2005, № 8), опубликованная в апрельском номере журнала «Physics World» за этот год. С любезного разрешения автора приводим здесь эту статью в вольном пересказе.

Из общих соображений следует, что холодная вода замерзнет быстрее, нежели горячая. Это же следует из выведенного Ньютоном закона охлаждения: время, за которое тело остывает, пропорционально разности температур этого тела и окружающей его среды.

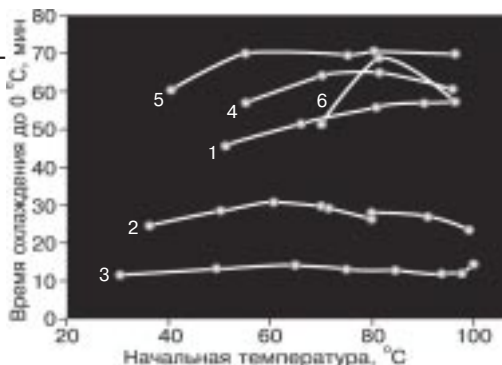
Но почему-то и Аристотель, и Фрэнсис Бэкон, и Рене Декарт утверждали, что горячая вода замерзает быстрее. Эрасто Мпемба из Танзании, будучи учеником средней школы, возможно, не

знал о своих великих предшественниках. Однако современный этап этого многотысячелетнего спора начался именно с того наблюдения, которое он сделал в 1963 году. Более того, обсуждаемое явление так и называется «эффект Мпембы». Опыт же состоял в следующем. Во время школьной лабораторной работы ученики должны были приготовить мороженое: вскипятить молоко, охладить и затем поместить его в холодильник. Опасаясь, что времени для выполнения задания

ему не хватит, Мпемба поставил в холодильник еще горячее молоко, а потом обнаружил, что оно застыло раньше, чем порции мороженого, сделанные его коллегами.

С тех пор одни ученые утверждают, что эффект Мпембы существует, другие же его яростно отрицают. Причем в пользу обеих версий говорят экспериментальные данные: оригинальная особенность эффекта состоит в том, что он проявляется отнюдь не всегда. Как утверждает один из историков эффекта Мпембы Монвеа Джен из университета Южного Иллинойса, ученым гораздо труднее поверить в существование этого явления, чем людям, не учившим физику, поскольку они точно знают, почему оно невозможно. Мпемба первым столкнулся с таким подходом спустя несколько лет после открытия, когда спросил своего учителя по физике, в чем тут может быть дело. «Видимо, это какая-то специальная физика Мпембы, а не общая физика», — отшутился тот.

Эти данные получил Джерл Уокер, разными способами охлаждая воду: 1 — 50 мл в маленьком стакане; 2 — 50 мл в большом стакане; 3 — 50 мл в большом стакане в холодильнике с контролем размораживания; 4 — 100 мл в большом стакане с градусником около дна; 5 — 100 мл в большом стакане, обмотанном пищевой пленкой, с градусником около дна; 6 — 100 мл в большом стакане с градусником наверху



РАССЛЕДОВАНИЕ

К счастью, однажды в школе побывал Деннис Осборн, профессор физики из университета Дар-эс-Салама. И Мпемба обратился к нему с тем же вопросом. Профессор был настроен менее скептически, сказал, что он не может судить о том, чего никогда не видел, и по возвращении домой попросил сотрудников провести соответствующие эксперименты. Похоже, они подтвердили слова мальчика. Во всяком случае, в 1969 году Осборн рассказал о работе с Мпембой в журнале «Physics Education». В том же году Джордж Келл из канадского Национального исследовательского совета опубликовал статью с описанием явления в «American Journal of Physics».

В обоих сообщениях было отмечено, что эффект Мпембы, вообще говоря, хорошо известен людям, не связанным с наукой. Сам Келл, чьи соотечественники имеют огромный опыт наблюдения за замерзанием воды, пишет: «Поговаривают, что машину в мороз не следует мыть горячей водой, поскольку она замерзнет быстрее». Мпемба, в свою очередь, отмечает, что мороженщики в Танзании действительно предпочитают охлаждать в холодильнике горячее молоко, поскольку так мороженое получается быстрее. С другой стороны, публикация 1969 года в «New Scientist» статьи об эффекте Мпембы породила множество анекдотов про то, как труба с горячей водой лопалась на морозе, а холодная вода продолжала течь по своей трубе.

Как бы то ни было, современные исследователи эффекта Мпембы оказались в хорошей компании. Аристотель в 350 году до н. э. писал в своей «Метеорологии»: «Если воду предварительно нагреть, то это скажется на скорости ее затвердевания, поскольку остынет она быстрее». Роджер Бэкон в XIII веке поставил этот результат под сомнение, однако Фрэнсис Бэкон в XVII веке утверждал, что «слегка нагретая вода лучше застывает, чем весьма холодная». А уж кто лучше него понимал в науке об охлаждении! Говорят, что, изучая способы сохране-

ния цыпленка с помощью снега, он подхватил простуду, от которой и умер. Примерно в то же время Рене Декарт тщательнейшим образом изучил процесс замерзания воды, обнаружил аномалию плотности при четырех градусах и отметил, что «вода, которую долго грели, замерзает быстрее, чем всякая другая». (Впрочем, есть мнение, что все это — результат неточного перевода, а на самом деле эти великие ученые ничего такого не утверждали, см. «Химию и жизнь», 2005, № 10. — Примеч. ред.)

Что это было? Плохая постановка эксперимента? Тогда почему никто не может поставить хороший и решить вопрос раз и навсегда? Потому что все не так просто. Первая трудность заключена в самой формулировке проблемы: «горячая вода застывает быстрее холодной». Для большей точности Монвеа Джен предлагает изменить ее. «Существует такая область начальных параметров и такие пары температур, что из двух порций воды с идентичными параметрами и разными температурами первой застынет та, что горячее».

Действительно, существует множество параметров, которые могут сказываться на скорости замерзания. Наиболее очевидные — объем используемой воды, размер и форма сосуда, температура холодильника. Это обстоятельство дает широкий простор для деятельности экспериментаторов, которые, изменяя форму сосудов, объем воды и тип холодильника, способны построить многомерный массив данных, а потом его проанализировать. (Хорошо бы сюда добавить и такие факторы, о которых не любят говорить физики, например параметры солнечной активности. — Примеч. ред.)

Существует также серьезная методическая проблема: что считать точкой замерзания? Появление первого кристалла или полное исчезновение жидкости? «И то, и другое трудно зафиксировать, особенно когда опыт проходит в холодильнике», — говорит Чарльз Найт из американского Национального центра атмосферных исследований.

Видимо, эти сложности привели к тому, что эффект Мпембы остается до сих пор столь же загадочным, как и сорок лет назад. Многие исследователи пытались внести ясность, но ничего путного у них не получилось. Например, в 1977 году Джерл Уокер опубликовал в «Scientific American» заметку с результатами своих опытов по охлаждению воды до 0 °C. В некоторых из них эффект Мпембы проявлялся, причем даже воспроизводился, однако порой возникали сильные отклонения от построенных кривых. «Я не могу разрешить возникающие противоречия», — честно признается автор.

А в самом деле, сколь сильно эффект Мпембы противоречит физике? Пабло Дебенедетти из Принстонского университета считает, что несколько. Самое простое объяснение: горячая вода быстрее испаряется и, стало быть, остывает и замерзает меньший объем, чем в сосуде с холодной водой. Поскольку скорость испарения зависит от площади свободной поверхности, эту гипотезу можно проверить, поставив опыты с сосудами разной формы.

Другая возможность — влияние растворенного газа, крошечные пузырьки которого способствуют зарождению кристаллов. Казалось бы, в горячей воде газов должно быть меньше — они улетают при кипении. Нет, говорит Дебенедетти, растворимость в воде неполярных газов вроде азота или метана не обязательно монотонно зависит от температуры; может существовать область температур, где она наибольшая. Для проверки этой гипотезы следует работать с дегазированной водой.

Не следует забывать и о роли случайности при зарождении льда в воде — эта жидкость может долго пребывать в переохлажденном состоянии. «Мне пришлось немало времени провести в комнате с температурой 15 градусов мороза, наблюдая за тем, как замерзает вода в формочках для коктейля. Некоторые кубики образовывались уже через пятнадцать минут, а другим и часа было мало. Из-за того что процесс сильно зависит от случайностей,



никак невозможно утверждать, что все эксперименты проходили в одних и тех же условиях», — говорит Чарльз Найт.

В 1995 году немецкий физик Давид Ауэрбах из геттингенского Института жидкостной динамики им. Макса Планка подробно изучил влияние переохлаждения на эффект Мпембы, однако его результаты еще больше запутали дело. Он обнаружил, что горячая вода застывает при более высокой температуре и, значит, быстрее холодной. Однако холодная вода достигает переохлажденного состояния за меньшее время и, таким образом, застывает с большей скоростью, чем горячая. Помимо прочего, его выводы прямо противоречат ранее полученным данным, что горячая вода способна достичь большего переохлаждения. Так, Ноа Дорси из американского Национального бюро стандартов в 1948 году писал, что это происходит из-за уменьшения числа неоднородностей в воде, которые становятся местами зарождения ледяных кристаллов.

Что же касается дальнейших перспектив изучения эффекта Мпембы, то мнения ученых здесь разделились так же, как и по поводу самого существования эффекта. Тот же Найт не собирается ставить новые эксперименты, поскольку они отнимают много сил, а толку от них не получишь. А Дебенедетти считает, что проверка эффекта — отличное поле деятельности для школьников. Самое главное при этом — грамотно поставить эксперименты. «Одно дело, когда сосуд с водой замерзает посреди пустого холодильника и совсем другое — если он зажат между замороженной пиццей и покрытым инеем брикетом мороженого», — говорит ученый.

Конечно, это не престижный эксперимент в области высоких технологий, однако он может пролить свет на загадку, которая насчитывает два тысячелетия. Попробуем?

От редакции: Кстати говоря, зима — самое лучшее время для масштабной проверки эффекта Мпембы. Если среди вас, уважаемые читатели, наберется достаточно энтузиастов, которые смогут поставить эксперименты (причем не только с водой, но и с прочими имеющимися под рукой жидкостями — молоком, чаем, кофе, какао, матэ), составить их подробное описание и прислать протоколы, мы с радостью эти материалы опубликуем. Статьи из «Химии и жизни», где сказано о возможных методических ошибках, выложены по адресу www.hij.ru/mpemba.shtml.

Ледяная особенность русской ВОДКИ



НОУ-ХАУ

Водка находится в стороне от других крепких напитков. Ее водно-спиртовой раствор содержит минимальное количество добавок или не содержит их вовсе. Однако при смешении спирта с водой возникает одна существенная проблема. Давно замечено, что свежеприготовленная водно-спиртовая смесь по вкусу существенно отличается от хорошей водки: в этой смеси преобладают запах и вкус чистого спирта, как будто компоненты раствора существуют сами по себе, в виде неоднородной смеси. Вкус напитка удастся улучшить выдержкой, как это проделывают с виски или коньяком. А нет ли способа без выдержки добиться хорошего вкуса, превратить смесь воды и спирта в однородный раствор?

Взаимодействие этанола с водой — реакция экзотермическая. Тепловой эффект растворения спирта при 18°С для приготовления 1 кг раствора 33%вес. составляет 5,99 кДж. Будем рассматривать формирование водки как равновесную химическую реакцию образования раствора:

$\text{Спирт} + \text{Вода} \leftrightarrow \text{Раствор} + Q$,
где Q — тепловой эффект взаимодействия спирта с водой. В этой реакции мы хотим сместить равновесие в сторону образования конечного продукта — водно-спиртового раствора. Согласно принципу Ле Шателье, если реакция идет с выделением тепла, то, охладив систему, мы смещаем равновесие в требуемую сторону. Так что, если вместо воды взять лед, он окажется не только источником умягченной воды, но и охлаждающим агентом, с помощью которого температуру раствора можно быстро понизить до отрицательной величины и этим сместить равновесие в нужном направлении.

Почему температура смеси льда и спирта становится отрицательной? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим подробнее процесс образования раствора из спирта и измельченного льда в литровом стакане. После смешивания измельченного льда, взятого при 0°С, и этанола, взятого при 20°С, лед начинает плавиться. На это требуется немало тепла, которое он получает, охлаждая всю смесь в стакане. Однако это не

мешает образованию жидкости — спирт замерзает при — 50°С, 49,4%-ный раствор спирта — при — 36°С, а 35,4%-ный — при — 25,7°С. Поэтому температура системы быстро понижается и становится ниже 0: стенки стакана покрываются инеем (рис. 1). Далее формируется трехслойная структура: верхний слой — этанол, средний — лед, нижний — расплав. При этом нижний слой увеличивается за счет уменьшения верхних слоев, а температура системы остается постоянной и отрицательной: стенки сосуда по-прежнему покрыты инеем (рис. 2). Такое распределение по стакану всех трех участвующих в процессе фаз связано с плотностями компонентов, которые имеют следующие значения при 0°С: этанол — 0,80645; лед — 0,917; 50%-ный раствор этанола в воде — 0,922. Когда весь этанол прореагирует со льдом и перейдет в расплав, температура системы повышается, иней со стенок сосуда исчезает, а на поверхности раствора тают последние кусочки льда (рис. 3).

Эффект понижения температуры системы в отрицательную область сразу после смешения компонентов хорошо известен для многих двухкомпонентных систем с участием льда, например для охлаждающих смесей на основе льда и солей. Необходимое условие длительного (до тех пор, пока не растает лед) поддержания постоянной температуры, согласно правилу фаз Гиббса, — невариантность системы, то есть ее число термодинамических степеней свободы должно быть равно нулю. При постоянном внешнем давлении это число ($C_{\text{усл.}}$) определяется по формуле

$C_{\text{усл.}} = K - \Phi + 1$,
где K — количество независимых компонентов системы (в данном



случае $K = 2$), Φ – число термодинамических фаз, из которых состоит система. Чтобы система была невариантной, то есть $C_{\text{усл.}} = 0$, необходимо чтобы $\Phi = 3$.

Этого можно достичь, если смешать этанол и лед без присутствия воды. Только тогда сформируется трехфазная система, причем две жидкие фазы (этанол и образующийся раствор) благодаря промежуточному значению плотности льда будут разделены твердой фазой. Несоблюдение этого условия разрушает специфическую трехфазную систему. Так, например, если добавить к ней воду, лед тотчас всплывает на поверхность, а иней на стенках сосуда растает. Это вполне объяснимо с точки зрения правила фаз Гиббса. Действительно, прили-

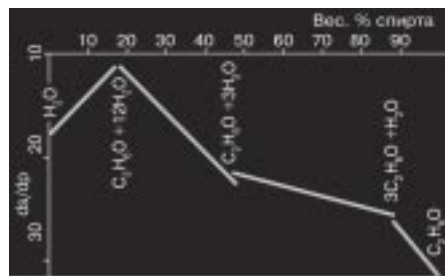
ваемая вода перемешивается с этанолом (верхний слой) и образует с ним раствор. С этого момента в системе присутствуют только две фазы (лед и раствор), и наблюдаемый эффект исчезает.

Здесь затронут лишь один секрет производства русской водки, который мне удалось восстановить в виде патента РФ № 2266951 от 27.12.05. При этом, конечно, следует помнить, что из плохого сырья и плохо очищенного спирта хорошей водки не получится. Стало быть, вода должна быть мягкой, спирт надо делать из ржи и пшеницы, а очищать его желательно березовым углем и молоком. Но обо всем этом истинные ценители конечно же знают.

Кандидат биологических наук
С. В. Ефимов

К вопросу о строении водки

Казалось бы, выпивая рюмку водки, человек принимает внутрь раствор спирта в воде. Однако, если пристальнее приглядеться к диаграмме состояния «вода—спирт», выяснится, что это совсем не так. Первым пригляделся Д.И. Менделеев в своем классическом труде «Исследование водных растворов по удельному весу». Проанализировав собственные результаты измерений удельного веса различных растворов спирта в воде, а также многочисленные данные других ученых, он пришел к выводу, что зависимость удельного веса от концентрации отнюдь не монотонная и ее можно представить четырьмя параболой. Сам график такой зависимости не очень яркий, а вот если изобразить зависимость производной ds/dp , где s – удельный вес, а p – весовая концентрация спирта, то на нем будет ясно видны четыре точки перелома (см. рис.). Поскольку у всякого следствия должна быть причина, такую необычную зависимость можно объяснить наличием в системе «вода—спирт» трех химических соединений: $C_2H_5OH \cdot 12H_2O$, $C_2H_5OH \cdot 3H_2O$ и $3C_2H_5OH \cdot H_2O$.



Прямолнейность производных ds/dp спиртовых растворов, состав которых выражен весовым процентом p

Чтобы убедиться, что это именно устойчивые химические соединения, Д.И. Менделеев провел дополнительные опыты, в частности, по замораживанию гидратов спирта. Вот что он писал по этому поводу:

«Если с переменою температуры остаются все те же определенные соединения, то, допуская нашу гипотезу о природе растворов, должно ждать, что при низких температурах вместо растворов получатся только определенные соединения или их механическое смешение в твердом виде, подобное тем смешениям, какие известны в виде сплавов или, еще лучше, в виде кремнеземистых горных пород природы, между которыми также несомненно определенные химические соединения. Если растворы спирта содержат продукты диссоциации таких соединений, как $C_2H_5OH \cdot 12H_2O$ и $C_2H_5OH \cdot 3H_2O$, то эти соединения при низкой температуре должны уединяться, а потому... я не мог утерпеть, чтобы не сделать предварительные наблюдения. Были составлены по удельному весу возможно точно два вышеуказанных определенных раствора спирта: 12-водный и 3-водный. В тонкостенных пробирных цилиндрах они были погружены в раствор твердого угольного ангидрида в эфире. Спустя немного времени оба раствора застыли, сперва 12-, а потом 3-водный. Оба были вынуты, расплавлены и вновь погружены в ту же смесь. И опять в прежнем порядке они застыли. При медленном застывании 3-водного раствора получились хорошо образованные прозрачные кристаллы в несколько миллиметров величиной. Таких кристаллов нельзя было наблюдать в 12-водном спирте. По мере нагревания



РАССЛЕДОВАНИЕ

смеси эфира с угольным ангидридом стал плавиться сперва 3-водный спирт, а затем температура дошла до того, что и 12-водный раствор расплавился. При этом температура смеси была около $-18^\circ C$. В смеси льда с солью, когда температура была -17° , оба раствора оставались жидкими, и потому температура плавления или затвердевания 12-водного спирта лежит около -18° , а 3-водного гораздо ниже, вероятно ниже -30° . Оба затвердевали вполне... а плавилась при извлечении из охлаждающей смеси медленно, что указывает на значительное скрытое тепло плавления».

Получается, что жидкость, содержащая 40% об. этанола, достигнув термодинамического равновесия, должна представлять собой отнюдь не спирт в воде, а раствор из 3- и 12-гидратов. А вот удастся ли системе достичь равновесия, зависит от способа ее приготовления: если смешивать быстро, система вполне может оказаться в каком-то неравновесном, а то и метастабильном состоянии. Поэтому свежеприготовленные водка из льда (когда процесс идет медленно) и водка из воды могут различаться по химическому составу.

Кстати, глядя на рисунок, можно узнать кое-что интересное о спиртных напитках. Если принять, что удельный вес чистого спирта равен 0,8, тогда 40% об. соответствуют 32% вес. То есть русская водка лежит в области смеси $C_2H_5OH \cdot 12H_2O$ и $C_2H_5OH \cdot 3H_2O$. Китайская водка крепостью 56° содержит 44,8% вес. спирта, то есть представляет собой практически чистый тригидрат. Сербская сливовица с 70% об. помимо тригидрата содержит еще и $3C_2H_5OH \cdot H_2O$. Одно из самых крепких вин, получаемых естественным путем — мадера, — со своими 19% об. оказывается уже в совсем другом фазовом состоянии, его основа — смесь воды и 12-водного спирта, объем которого по мере снижения крепости напитка становится все меньше.

Кандидат физико-математических наук
С. М. Комаров

Зачем химику искусство

Доктор химических наук
А.Ю. Закгейм

Одно из важных теоретических обобщений, сделанных Менделеевым: наука и искусство — это два подхода к познанию мира. Чтобы лучше развить в себе творческое начало и интуицию, которые необходимы для решения научных задач, ученый должен отдать часть своей души искусству — живописи, музыке, литературе.

В биографии Дмитрия Ивановича Менделеева много загадочного. Например, Менделеев никогда не был членом Петербургской академии наук, зато был членом Императорской академии художеств. Неужели заслуги Менделеева перед наукой меньше, чем перед искусством?

Расхожий образ истинного ученого примерно такой: это человек, полностью погруженный в свою науку, которая занимает у него все время. Ни на что другое у него нет ни сил, ни времени, ни желания. Действительно, для этого есть основания: чтобы добиться серьезных успехов в науке, надо приложить очень много усилий. Но, как ни удивительно, многие выдающиеся химики (равно как и физики, математики, биологи и т. д.) совсем не вписываются в этот образ. Многие из них всерьез интересовались литературой и искусством, и увлечение порой оказывалось настолько сильным, что перерастало из хобби во вторую профессию.

Примеры найти легко. Михаил Васильевич Ломоносов, патриарх русского естественно-научного знания, столь же хорошо известен как один из создателей русского стихосложения и выдающийся художник-мозаист. Александра Порфирьевича Бородина многие знают только как великого композитора. А между тем, когда искусствовед В.В.Стасов спросил Д.И.Менделеева, каким химиком был Бородин, тот ответил: «Крупным, очень крупным». Много лет Бородин заведовал одной из лучших химических кафедр — кафедрой в Военно-медицинской академии. Некоторые из разработанных им синтезов актуальны и сегодня.

Разумеется, это относится не только к русским химикам и ученым. Выдающийся немецкий химик Ф.А.Кекуле был архитектором — по его проек-

там построено несколько зданий. Б.Паскаль, гениальный математик и физик, был крупным философом и писателем — его называют одним из создателей французского литературного языка. Английский математик Ч.Л.Доджсон (более известный под псевдонимом Льюиса Кэрролла) написал сказку про Алису в Стране чудес, российский зоолог Н.А.Холодковский — классик стихотворного перевода. Корифеей отечественной геологии и географии В.А.Обручев — один из родоначальников научной фантастики в нашей стране...

Наверное, по влиянию, оказанному на мировую науку, Менделеев — первый среди российских ученых. Он занимался химией, физикой, химической технологией, технологией добычи нефти, ее транспортом и переработкой, экономикой, метрологией,



Анна Ивановна Менделеева (урожд. Попова)

педагогикой и во все эти области науки (и не только в эти!) внес весомый вклад. Так почему же Менделеева не допустили в Академию наук?

В какой-то степени на это повлияли субъективные обстоятельства. В Академии наук его не любили. Независимость его суждений отталкивала и многим казалась чуть ли не вольнодумством. Главным врагом ученого был президент академии, граф Д.А.Толстой — известный реакционер. В то время он совмещал три поста: министра внутренних дел, шефа корпуса жандармов и президента Академии наук (странное сочетание, не правда ли?). В то же время Академию художеств возглавлял граф И.И.Толстой, который высоко ценил то, что сделал профессор химии для отечественного искусства.

Прежде чем рассказать об этом подробно, надо вспомнить, как формировалась личность юного Дмитрия Менделеева (также см. «Химию и жизнь», 2004, №10). Он родился в Тобольске, в семье директора гимназии. В детстве его окружали люди, считавшие делом своей жизни принести в сибирскую глушь свет просвещения и культуры. Таким был его отец Иван Павлович, который, окончив Главный педагогический институт в Санкт-Петербурге, отправился в далекий Тобольск учить детей. Ученик отца П.П.Ершов тоже учился в столичном университете, подружился с А.С.Пушкиным, написал замечательную сказку «Конек-Горбунук», а затем вернулся в Тобольск. Когда отец Менделеева ослеп, то Ершов опекал большую семью Менделеевых. Впоследствии его падчерица Феозва Никитична стала первой женой Дмитрия Ивановича, и тот в свою очередь помогал Ершову. Декабристы также, оказавшись поневоле в этих отдаленных краях, считали святым долгом участвовать в просвещении Сибири. Например, декабрист Н.В.Басаргин, который женился на старшей сестре будущего ученого Ольге Дмитриевне и после смерти Ивана Павловича со своим со-



Д.И. Менделеев и А.И. Куинджи играют в шахматы. Наблюдает за игрой А.И. Менделеева. 1904 г.

седом и другом И.И. Пушным тоже помогал осиротевшей семье.

Родные Менделеева со стороны матери, купцы и промышленники Корнильевы, издавна занимались благородным делом просвещения. Прадед Менделеева в своей типографии печатал первые в Сибири периодические издания, в том числе первый литературный журнал «Иртыш, впадающий в Иппокрену».

Менделеев вырос в атмосфере духовности и на всю жизнь сохранил любовь к искусству. Он очень любил художественную литературу — до пожилых лет у него сохранилась привычка переписывать любимые произведения Пушкина, Лермонтова, Кольцова, Тютчева, Некрасова и других поэтов. Дмитрий Иванович дружил с Тургеневым, был знаком с Достоевским. А еще он любил музыку — одним из его ближайших друзей был А.П. Бородин. Органичное сочетание интереса к науке и культуре стало основой личности Менделеева.

То же сочетание интересов было у его друзей И.М. Сеченова, А.П. Бородина, с которыми он близко сошелся во время первой зарубежной командировки в Гейдельберге (1859—1861). Сейчас подобный стиль общения утрачен, и нам трудно представить, как молодые ученые, собравшись вечером, читают вслух последний роман И.А. Гончарова или слушают, как один из них играет на фортепиано (воспоминания И.М. Сеченова).

И все-таки главной любовью Менделеева оставалась живопись. Художник-передвижник Я.Д. Минченков писал: «Вопросы искусства были близки Менделееву в такой же степени, как и вопросы науки». Сын великого химика говорил: «Отец страстно любил живопись и скульптуру, составлял художественные коллекции и, можно сказать, так же дышал искусством, как и наукой, которые считал двумя сторонами одного нашего устремления к красоте, к вечной гармонии, к высшей правде. Среди художников чувствовал себя легко и свободно».

Дмитрию Ивановичу были свойственны стремление к глубоким теоретическим обобщениям и к воплощению того, что осознано теоретически. Вот одно из важных теоретических обобщений, которое сделал Менделеев: наука и искусство — два подхода к познанию мира, и это обеспечивает их глубинное родство. Практический вывод очевиден: общение ученых и художников важно для развития и науки, и искусства. Пожалуй, особенно четко эта идея выражена в статье Менделеева «Перед картиною А.И. Куинджи» (1880, газета «Голос»). Он рассказывает о сильнейшем впечатлении от картины «Ночь над Днепром» и задает вопрос: случайно ли пейзаж как жанр живописи возник одновременно с естествознанием как наукой в начале Нового времени? (Вероятнее всего, Новое время Менде-

леев считает приблизительно с эпохи Галилея.) И сам отвечает — не случайно.

В древности и в эпоху Возрождения художника и мыслителя занимал почти исключительно человек, а также душа человека и ее общение с Богом. С началом Нового времени пришло понимание, что познать человека вне природы, в которой он живет, невозможно. Природу изучает естествознание, а изображает пейзаж. В конце статьи Менделеев предсказывает близкий расцвет и естествознания, и пейзажа в живописи. Предсказание сбылось: в тот момент оставался год до опыта А.А. Майкельсона, 15 лет до открытия В.К. Рентгена, 16 — до открытия радиоактивности, И.И. Левитану было 20 лет, во Франции формировалась эстетика импрессионистов...

Деятельный характер Менделеева требовал реализовать идею тесного общения ученых и художников. Несколькими раз он читал циклы лекций по химии для художников. В начале 1870-х годов он основал общество во главе с И.Н. Крамским, объединявшее ученых, художников, литераторов. Однако наибольший успех имели Менделеевские среды. Несколько лет (начиная с 1878-го) по средам в университетской квартире Менделеева собирались художники и ученые. Невозможно перечислить всех участников этих собраний — их было слишком много, но вот лишь некоторые имена: художники И.Н. Крамской, И.Е. Репин, Н.А. Ярошенко, М.П. Клодт, А.М. и В.М. Васнецовы, В.И. Суриков, И.И. Шишкин, А.И. Куинджи, М.П. Врубель, В.В. Верещагин; ученые А.Н. Бекетов, Н.А. Меншуткин, А.А. Иностранцев, А.И. Воейков.

Обстановка была непринужденной. Менделеев сам покупал угощения для гостей. Как вспоминала А.И. Попова: «Иногда на средах вели чисто деловые беседы, возникали горячие споры, порой вечер проходил в товарищеском обсуждении важных вопросов. В другие дни бывали остроумные беседы и даже дурачества, на которые

*И.Э.Репин «Портрет
Д.И. Менделеева
в традиционной одежде
докторов Эдинбургского
университета»
(1885)*



А.И.Куинджи «Эльбрус вечером»

А.И.Куинджи «Ночь на Днепре»





М.А. Врубель «Д.И. Менделеев»
(середина 80-х гг.)



РАЗМЫШЛЕНИЯ

надцати попал Менделеев, а в конце того же 1893 года его утвердили в высшем звании – почетного члена академии. Он стал вторым химиком, получившим это звание, после М.В. Ломоносова.

В то время Менделееву было 59 лет – по меркам XIX века немало. Он вел гигантскую работу по организации в России современной метрологической службы, много занимался проблемами российской экономики, высшего и среднего образования, освоения Севера. Но членство в Академии художеств Дмитрий Иванович воспринял не как необременитель-

ное почетное звание, а как обязанность. Он неоднократно консультировал руководство Академии (например, по поводу защиты кровли Казанского собора и украшений Царскосельского дворца от разрушающих факторов); активно участвовал в обсуждении уставов новых художественных училищ; используя свой международный авторитет, договаривался об организации в Англии выставки русских художников.

Художники высоко его ценили — теплые, а иногда и восторженные слова о нем можно прочитать у И.Е. Репина, И.Н. Крамского, В.В. Стасова, А. Белого, А.А. Блока. Многие из них написали его портреты: И.Н. Крамской, И.Е. Репин, Н.А. Ярошенко, М.А. Врубель, М.В. Рундальцев, В.В. Матэ, И.Я. Гинцбург. Вряд ли был еще хоть один ученый, привлекая при жизни такое внимание портретистов! Кстати, у самого Менделеева не было денег, чтобы покупать картины. Вся жизнь малейшие излишки он тратил либо на нужные для работы приборы и реактивы, либо на свою большую семью. Поэтому Дмитрий Иванович собирал репродукции картин (начал он это делать в 1859 году). Только за два года (с 1877 по 1879) он составил 24 альбома из 2200 репродукций, кото-

рые помещал в собственноручно склеенные альбомы. Лишь в 1879 году, когда он был уже всемирно известным ученым, Дмитрий Иванович смог купить два этюда А.А. Иванова.

Возникает вопрос: а зачем Менделееву живопись, Бородину музыка, Льюису Кэрроллу — сказки? Загадочное ли это свойство души, необходимое для отдыха отвлечения от главного дела, или же периодический уход в сферу искусства дает что-то важное для научного творчества? Очень интересный ответ на этот вопрос дает наш выдающийся физик Е.Л. Фейнберг. В творчестве, прежде всего научном, задействованы два механизма мышления: логика и интуиция. До чего-то мы доходим путем последовательных рассуждений, а о чем-то догадываемся вне всякой логики. При этом ключевой момент в решении сложной творческой задачи — так называемый инсайт (озарение) — полностью основан на интуиции. Теперь, при широчайшем использовании информационных технологий, мы можем «перепоручить» компьютерам почти всю логическую часть исследования. А вот интуиции у компьютеров нет. Поэтому в наш век ее значение для ученого стало еще больше. Художественное творчество, в отличие от научного, основано прежде всего на интуитивном восприятии мира. Поэтому ученый, увлеченный искусством, развивает в себе эту столь необходимую интуитивную составляющую.

Прошло сто лет со дня смерти Менделеева. И сегодня очевидно: один из важнейших залогов спасения человечества — развитие в людях высокой духовности. Искусство возвышает душу любого человека, а ученому, в качестве «побочного эффекта», увеличивает творческие силы в профессиональной области. Но коли так, мы можем сделать для себя вывод: чтобы стать по-настоящему творческим специалистом, необходимо отдать часть своей души искусству — живописи, музыке, литературе.

художники были неисчерпаемы».

С некоторыми художниками у Менделеева установились дружеские отношения, прежде всего с А.И. Куинджи и Н.А. Ярошенко. С юной же ученицей Академии художеств Анной Ивановной Поповой связана романтическая история. Анна Ивановна дружила с племянницей Менделеева Наташей Губкиной и жила в ее семье. Менделеев пригласил сестру с племянницами переехать в его квартиру, и вместе с ними переехала Аня Попова. Сорокатрехлетний профессор и семнадцатилетняя студентка полюбили друг друга. Он был женат, поэтому Анна Ивановна уехала в Италию, где в те времена жило немало русских художников. Впоследствии Дмитрий Иванович сознался, что всерьез думал о самоубийстве. К счастью, Феозва Никитична согласилась на развод, и в 1882 году Менделеев обвенчался с Анной Ивановной.

В 1893 году вступил в действие новый устав Академии художеств. Согласно ему, из 60 членов академии 45 могли быть художниками всех отраслей, а 15 мест могло быть отдано «лицам, не принадлежащим ни к какой художественной специальности, но известным своими познаниями в области искусства». В число этих пят-





Медвединое озеро

Художник Е. Станикова



Юрий Юрт

ФАНТАСТИКА

А кто путает следствие с причиной, того назовем суцеглупым... Тот же, кто, напротив, с причиной путает следствие, тот мудр и в магических искусствах поднаторел.

Ф.Ф.Оглоблин, П.П.Черепавский.

Колдовской изложник, часть 2-я, с. 126
(М., Изд-во «Тайное знание — тайная сила»)

Она — длинная, зеленая и пахнет колбасой. Он — невысокий, лысоватый, со стареньким брезентовым рюкзаком за плечами. Она, как издавна заведено у электричек, подходит ровно в 23.00, опоздав на положенные двадцать минут. Он сразу лезет в тамбур и заглядывает в вагон — нет ли свободных мест. Слава Богу, мест нет, и можно скинуть рюкзак и присесть на него в уголке, у стоп-крана.

Михаил боится всего: сквозняков, милиционеров, горластых продавщиц, но больше всего он боится потерять свой рюкзак. Или даже не потерять, нет, — Михаил боится, что кто-нибудь придет и отнимет рюкзак, если тот будет на виду. Может, все дело в подсознании и на самом деле Михаил боится потерять не рюкзак, а нечто несравненно более ценное. Так в свое время говорил Михаилу интеллигентнейший старик, доктор Яков Семенович Шланг... Врачей-убийц, конечно, вовремя раскусили, но в чем-то Яков Семенович был прав. Не рюкзак боится потерять Михаил. Он везет в рюкзаке одну вещь. Нечто очень ценное.

Великая Инквизиция не занимается мелкими делами вроде мошенничеств или краж в электричках. Всякое дело, которым начинает заниматься Великая Инквизиция, сразу становится важным и значимым.

На столе у Дознателя стоит тяжелая чугунная чернильница в засохших красных потеках. Нынешний Дознатель пишет только простым карандашом. Бывший Дознатель тоже пишет только карандашом, потому как на Крайнем Севере чернила стынют. Но он предпочел бы чернила. А нынешний Дознатель привык к мягкому нажиму карандаша.

Василий Николаевич, нехорошо! Поступил звоночек, в очередной раз зачитывает Дознатель и по-отечески смотрит на Василия Николаевича. Тому действительно становится нехорошо. Гражданка А. сообщает, что занавески на вашей веранде несколько лет не стираны. А рядом с домами, между прочим, проходит дорога до аэропорта. Это что, попытка очернить нашу действительность?

«Да как же очернить? Я сам, сам сегодня же постираю», — бормочет Василий Николаевич и тоскливо гля-

дит за окно, поверх герани. На улице солнечно, у магазина — очередь, весенняя, радостная, одетая легко и празднично. Василия Николаевича забрали еще зимой, и ему душно в байковых с начесом подштанниках.

«Только за последние два месяца на территории нашей области было выявлено более тысячи очернителей действительности. Не может не радовать рост гражданской сознательности на местах. Так, простая ткачиха А. сообщила о более чем ста случаях. «Очернителей — к ответу!» — слышны призывы трудящихся».

Константин Петрович аккуратно складывает газету, кладет ее на столик, раскрывает чемодан, вынимает оттуда коробочку с двумя котлетами и вареным картофелем, сверток с разной снедью. Сосед по купе жадно смотрит на котлеты, картошку, на криво нарезанные куски колбасы. Константин Петрович намазывает ломоть хлеба маслом и поверх укладывает колбаску. Сосед напряженно замирает, повернувшись к окну, но скосив глаза на бутерброд.

Константин Петрович некоторое время сосредоточенно жует, а потом кладет надкусанный бутерброд прямо перед собой. На газетную передовицу не падает ни соринки, ни крошки. Сосед все понимает и в сердцах выходит в коридор. Константин Петрович демонстративно приоткрывает дверь и вытирает руки салфеткой, перед тем как опять взяться за газету.

«Означенные малефики, иначе злотворители, оставили безнадзорным склад при Доме культуры, и крысы повредили гипсокартон первомайских пшеничных снопов. В результате весь урожай в области был по осени погублен грызунами».

Если почитать газеты, то очернители всюду. И так оно и есть. Взять хоть тот домик. На вид — домик-божий одуванчик, тронь — рассыплется. Да, рассыплется! А когда был он еще крепок, жил в нем парень, из тех мальцов, кто наводил на Генерального секретаря порчу. Вот какие дома есть у нас в городе. А вы говорите... Темные, темные настали времена. И хотя инквизиция уж эвон сколько лет ведет охоту на ведьм, жить все же непросто, нелегко! Ведь как понять, кто очернитель, а кто нет? Раскаявшиеся очернители одеты в яркие санбенито, и насчет них можно сказать наверняка: проверен и чист. Великая Инквизиция умеет находить дорогу к сердцам людей. Мало кто вновь берется за старое после визита в Контору. Но всех не пригласишь в Контору, не поступишь каждого строго по лбу: не делай злого!

Вот Константин Петрович сходит с поезда и неспеш-



ИНФОРМНАУКА

Аденовирус против рака. №8, 5
 Аккуратный лазер. №2, 5
 База потенциальной опасности. №4, 6
 Бетон — ловушка для микробов. №3, 31
 Бобры-утописты. №6, 7
 В магнитном поле взрыв сильнее. №1, 4
 В поисках сифилиса. №6, 5
 Вирус атеросклероза. №2, 6
 Водородная копилка. №4, 4
 Водоросли каменеют заживо. №8, 5
 Водоросль-трансформер. №1, 5
 Воду согреть вихрь. №5, 4
 Волшебный горшок. №12, 55
 Выбросы как защита от ультрафиолета. №7, 5
 Градусник, который нельзя обмануть. №7, 6
 Гранты «Родиа» — 2006. №6, 4
 Дефицит дейтерия тормозит рак. №6, 5
 Закрытие тихого океана. №10, 18
 Интернет на кончике языка. №9, 4
 Испарение Тунгусского метеорита. №11, 4

Каждому отходу — по паре. №9, 5
 Как вырастить сосуды? №12, 4
 Кислорода хватит. №9, 54
 Кое-что о генетике температура. №1, 7
 Кожа из рассады. №2, 6
 «Красивое есть полезное». №12, 4
 Кремний и йод. №5, 4
 Кусочки воды. №4, 4
 Лекарство из моли. №3, 31
 Лес на заброшенных землях. №2, 4
 Маленькая судьбоносная РНК. №5, 6
 Марсианские хроники: битва за урожай. №3, 4
 Мат произошел от обезьяны. №2, 7
 Мобильник на спирте. №4, 7
 Мобильный анализ крови. №9, 5
 Молочная аптека. №12, 5
 Мухоловки-навигаторы. №10, 59
 Мыши в коммуналке. №5, 6
 Наноавтомобиль. №12, 54
 Незаменимая грудь. №9, 55
 Новое — это хорошо переработанное старое. №1, 5
 Облака: круглосуточный диагноз. №10, 58

Облепиха без колючек. №11, 58
 Обрывки чужой ДНК против рака. №5, 5
 Оздоровление в холодильнике. №4, 5
 Парадоксы любви. №6, 6
 Паутина в пробирке. №12, 54
 Перья-композиты. №11, 5
 Портрет больного сердца. №4, 6
 Потепление — шанс для клещей. №1, 6
 Предчувствие землетрясений. №9, 4
 Прочувствовать и обнаружить. №6, 4
 Протез созрел. №10, 58
 Пыльная история. №2, 4
 Рецепторы смерти. №2, 5
 Рукотворный геохимический барьер. №7, 5
 Свет из опилок. №8, 4
 Сезон землетрясений. №1, 4
 Скоро человек сможет обходиться без самого себя. №5, 7
 Слежка за цитомегаловирусом. №11, 58
 СО₂ идет по следу. №3, 5
 Слип в России. №1, 54
 Трансплантация пуповинной крови — российский опыт. №7, 6

Умное кресло. №11, 59
 Универсальный термограф. №5, 5
 Фольга, которая не рвется. №7, 4
 Фонд «Династия» награждает лучших педагогов России. №10, 18
 Хромосомы движутся силой распада. №10, 19
 Час землетрясений. №7, 4
 Чашка-самогрейка. №8, 4
 Чем дышат грибы?. №7, 7
 Чистые российские моря. №11, 4
 Шагнуть на Марс, не покидая Землю. №9, 54

НАУКА И ОБЩЕСТВО. ИСТОРИЯ УСПЕХА

Стрельникова Л. Вселенная, школьники, Интернет. №11, 29
Стрельникова Л. Живые технологии. №10, 4

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Амстиславский С.Я. Детеныши иного вида. №9, 8
Ашкинази Л.А. В одну телегу впрячь возможно. №12, 38
Ашкинази Л.А., Гайнер М.Л., Кузнецова А.В. Невод, закинутый в Сеть. №4, 46

www.MVK.ru
(495) 995-05-95

Москва, КВН «Семьяшкин»
10-13 апреля 2007

A-TESTex (Аналитика) – 5-я Юбилейная Международная специализированная выставка

РАЗДЕЛ «АНАЛИТИКА»
 Измерительные приборы и оборудование
 Нанотехнологии
 Оборудование лабораторное вспомогательное
 Реактивы и материалы
 Средства обеспечения работы аналитических лабораторий
 Средства автоматизации лабораторных исследований
 Комплексное оснащение лабораторий

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ЛАБОРАТОРНАЯ МЕССЛЪ И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ, БИОАНАЛИТИКА

РАЗДЕЛ «БИОАНАЛИТИКА»
 Электрофорез
 Приборы для биотехнологии
 Биосенсоры
 Биохимикаты
 Лабораторное оборудование для биотехнологии и биологических наук
 Исследования лекарственных
 Протеомика
 Стерильная техника
 Информация и услуги для биотехнологии
 Биотехнологии в сфере охраны окружающей среды

www.analyticaex.ru

В рамках выставки пройдут специализированные мероприятия: конференции, тематические семинары и круглые столы

Оргкомитет выставки
 Выставочный холдинг MVK
 Тел/факс: (495) 125-35-00
 E-mail: oao@mvk.ru
 www.mvk.ru
 Директор выставки – ЕФИМЕНКО О.А.

Организаторы выставки A-TESTex 2007 приглашают вас поделиться, презентовать и развить новые проекты, и коллективно решать проблемы на рынке в установлении новых деловых партнерских отношений, прийти в период с 10 по 13 апреля 2007 года активное участие в данной выставке!

Организаторы: Выставочный холдинг MVK
Первый вице Президент выставки: М.А. Шенников
При поддержке: СОСИАЛЬНИК

Региональные подразделения Выставочного холдинга MVK: МВК-УРАЛ: +7 (343) 371-24-76, МВК-СИБИРЬ: +7 (383) 226-03-17, МВК-ВОЛГА: +7 (843) 291-75-09, МВК-ЮГ: +7 (863) 294-02-45

Благутина В.В. Ледяная клетка для горючего газа. №6, 8
Болл Филип Новая алхимия. №1, 20
Бражкин В.В. Тайная метастабильность. №12, 42
Ениколопов С.Н. Агрессия – одна из форм защиты «Я». №10, 12
Завильгельский Г.Б., Расторгуев С.М. Молекулярная микрия против «иммиграционного контроля». №7, 42
Зорина З.А., Смирнова А.А. Могут ли шимпанзе понимать человеческую речь. №12, 48
Клещенко Е. ДНК-оригами. №8, 10;
Читаем ДНК: в сто раз быстрее, в тысячу раз дешевле. №1, 14;
Убить почтальона. №11, 14
Комаров С.М. Лазерный двигатель для космической яхты. №2, 8;
Нобелевская анизотропия. №11, 12
Левицкий М.М. Вальс со смежной партнершей. №1, 8
Литвинов М.Б. Премия за труд и постоянство. №11, 16
Максименко О.О. Совместная биология. №8, 26
Масанов А.Ю. Химия за пределами полимеров. №9, 24
Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Многоликий враг, многоликий друг. №5, 22
Никонец Н.В. Стрела времени, энтропия и инерция. №6, 36
Померанцев А.Л. Четвертая парадигма. №6, 22
Попова Э.К. Зачем рыбке лазер? №7, 54
Прозоровский В.Б. Возбуждающие аминокислоты. №10, 34;
Тормозные аминокислоты. №7, 46
Рамбиди Н.Г. Искусственный интеллект в растворе. №2, 40
Рашкович Л.Н., Петрова Е.В. Кристаллизация оксалата кальция. №1, 24
Свердлов Е.Д. Что идет на смену биологическому редукционизму? №11, 32
Трифонов Д. Десять тысяч генов на пяточке. №7, 13
Фортов В.Е. Плазменные пляски пыли. №4, 8
Харченко Е.П. Иммунология: успехи и проблемы. №2, 30

Чистяков В.А. Мудрец из Беркли открыл лекарство от старости? №6, 46
Щербаков П.В., Тельпухов В.И. Бессмертие под газом. №8, 34
Яненко А.С. Микробы для фабрики. №5, 14

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА. ТЕХНОЛОГИИ. ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА. РЕСУРСЫ. ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ. НОУ-ХАУ

Ашкинази Л.А. Электронные лампы: заря второй эпохи. №10, 48
Благутина В.В. Охота на CO₂. №8, 18
Бурцева И.В. Бумага не все стерпит. №5, 54
Горшков Ю.В. От лепестков... к лепесткам, или Эволюция протезов клапанов сердца. №3, 14
Ефимов С.В. Ледяная особенность русской водки. №12, 58
Загайнов М.В., Яковлев Г.П. Скользкий лед. №6, 54
Кантор Б.З. Фотография при люминесцентном свете. №11, 40
Кизильштейн Л.Я. Уголь и радиоактивность. №2, 24
Кобякова Н.К., Воробьева О.Н. Новый серийный убийца. №8, 50
Комаров С.М. Самозарождение машин. №5, 18
Корнилов М.Ю. Нанотрубки гидрированные и фторированные. №7, 18;
Фуллерен в фуллерене. №1, 19
Кулинич А.В. Медовые каникулы. №6, 52
Лебедев А.А. Вечнозеленый полупроводник. №4, 14
Литвинов М. Укрощение лигины. №2, 18
Максименко О.О. Победа шунгита над гептилом. №12, 14
Масанов А.Ю. Водородные картриджи. №5, 12
Мордкович В.З. Материал для орбитального лифта. №3, 6;
Трезвый взгляд на водородную энергетику. №5, 8
Пурим В.Р. Сжигать, а не хранить. №11, 48
Селиверстова И.В. Чище чистого. №3, 24
Сизов А.И. Дерево накормит, напоит и бак заправит. №4, 24

Станкевич И.А. Химпром юрского периода. №11, 6
Стрельникова И.А. Слово о глобальном потеплении. №12, 8
Стрельникова Л. Самый резвый ипподром. №8, 52
Супруненко Ю.П. Угрозы и блага Антарктиды. №6, 57
Хатуль Л. Да, будет свет. №3, 28;
Не все то алмаз, что блестит. №8, 62
Хачоян А. Синтетический лист лотоса, или Как получить сверхгидрофобные покрытия. №2, 12

КАРТИНА МИРА: ФИЗИКА

Комаров С.М. Карта Вселенной. №8, 12
Сокальский И.А. Актеры, занятые в эпизодах. №10, 20;
Действующие лица и исполнители: история барионов. №9, 18;
Зрители: эксперименты прошлого. №12, 22;
Сцена для вселенского спектакля. №7, 30;
Темная материя. №11, 24

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ. ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ. ИЗ ЖИЗНИ ПТИЦ. КСТАТИ, О ПТИЧКАХ

Авилова К.В. Утки зимней Москвы. №1, 72
Бенедиктов А.А. Кто поет, когда насекомые молчат? №7, 63;
Общение человека с насекомыми. №4, 60;
Таинственный отблеск богомола. №11, 64
Волошина О. Акробатки. №11, 72;
Голубой многоженец. №10, 72;
Журавль в небе. №9, 72;
Ископаемые исполины. №12, 72;
Мониторинг небожителей. №4, 72;
Птица мечты — тонкоклювый кроншнеп. №8, 72;
Солнечный орел. №6, 72;
Тупик, он же попугай-ныряльщик. №7, 72
Евсюнин А. Порождения ночи. №1, 46
Еремкин Г.С., Калякин М.В. Белый аист в Подмоскowie. №3, 56
Кизильштейн Л.Я. Шунгиты —

самые древние скопления органики. №9, 56
Краснова Е.Д. Как правильно слушать соловья. №5, 69
Краснова Е.Д. К вороне с уважением. №3, 72;
Чайка идет на контакт. №2, 72;
Лапшин Д.Н. Как открыли эхолокацию у бабочек. №7, 60
Москалюк Т.А., Комова Г.А. Альпийские розы Дальнего Востока. №4, 54
Рачковский М. Паразит-благодетель. №2, 58
Садовский А.С. Ударим белокорытником по аллергии и мигрени. №9, 34
Сочивко А. Колыбель аполлона. №6, 61

ГИПОТЕЗЫ. РАЗМЫШЛЕНИЯ. ДИСКУССИИ. А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Арнольд О.Р. Животные-роботы и роботерапия. №2, 46
Благутина В.В. Новая химия? №12, 16
Верховский Л.И. Платоновы тела и элементарные частицы. №6, 38
Гольдфаин И.И. Что может повлиять на соотношение полов. №1, 18
Горюнов И. Иммунология любви. №6, 42
Дейчман А.М., Котина Е.В. Черный ящик генетического кода — 2. №3, 34
Ефетов К.А. Ребро Адама. №9, 40;
Секретное послание Микеланджело в будущее. №3, 68
Загейм А.Ю. Зачем химику искусство. №12, 60
Кеннеди Д. Божья кара или стихийное бедствие? №9, 6
Комаров С.М. Конспект по основам какологии. №1, 28;
Модули Ван-дер-Ваальса. №3, 42
Копылов Г.Г. Диалог о научной революционности. №5, 44
Куликова О., Шеховцов А. О паразитической природе мужского пола. №3, 48
Матвеев В.В. Отцы и дети в физиологии клетки. №4, 28
Медведев С.В. Между мозгом и сознанием. №4, 38;
Цена возможностей и сверхвозможностей мозга. №5, 36



Рулёв А.Ю., Воронков М.Г. Красота химического эксперимента. №7, 8
Сокальский И.А. Почему вы должны мне платить? №6, 18
Соловьев С.В. Компьютерная коэволюция. №8, 30
Устынюк Ю.А. Открытая наука. №11, 57
Хатуль Л. Нано и само. №10, 52
Хохлачев Ю.С. Виртуальные грабли WWW. №8, 32; Внешний геном человечества. №2, 50
Цимбалюк С.А. Лучи жизни и голос звезд. №7, 36
Шац Г. Шовинизм в науке. №10, 16
Шумаков А.В. Немного о телепатии. №7, 34
Шуткин Л.В. Парадигма модельного мышления. №3, 38

РАССЛЕДОВАНИЕ

Анофелес С. Спасение арденского костра. №2, 56
Болл Филип Глядя в замерзшую воду. №12, 56
Боринская С.А. Мифы далекого прошлого. №3, 45
Гольдфаин И.И. Телегония мнимая и реальная. №9, 14
Комаров С.М. Жизнь и нежить в солнечной системе. №6, 12; К вопросу о строении водки. №12, 59
Корнилов Ю.М. Тайны чайных пакетиков. №1, 45
Левшенко М.Т. Разгадка одной из тайн Туринской плащаницы. №7, 38
Мехнин А. Путешествие в царство кошьюное. №5, 58
Невзоров А.Н. Из чего состоят облака. №10, 41
Травин А.А. Царь Борис: история и патология. №9, 44

СОБЫТИЕ. ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОВ. ИНТЕРВЬЮ

Клещенко Е. EICOS-2006: Большая экскурсия в науку. №9, 61
Лешина В. V Олимпиада по органической химии. №5, 57
Максименко О.О. Золото российского триболога. №5, 27
Накамура Сюдзи «Я лишь хотел получить кандидатскую степень...» №10, 32

Стрельникова Л. Просветители. №2, 64
Стрельникова Л. Миллион за синий свет. №10, 30
Харгиттаи И. Бурильщики и землекопы. №7, 20

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ. ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ. ПОРТРЕТЫ. ПАМЯТЬ.

Авакян В.Г. Силены. №10, 24
Багоцкий С.В. Периодическая система в биологии. №11, 54
Гельман З.Е. Сибиряк и Мертвое море... №11, 52
Глушнев С.В. Virtuoz советского менеджмента. №7, 24
Гольдфаин И.И. Каучук и война. №4, 49
Ефетов К.А. Триумф и трагедия Фредерика Бантинга. №5, 30
Жвирблис В.Е. Полеты во сне и наяву. №6, 33
Каплан Е.П. ИОХ в эвакуации. №5, 49
Комаров С.М. Календарь материаловеда. №11, 18
Корецкая Н.А. Характер, слушай и открытие. №7, 22
Литвинов М. Восхождение. №12, 26
Меладзе Ген. Шапка аспиранта. О вреде дефицита. №4, 62
Он из «Химии и жизни». №9, 53
Рич В.И. Слава. №6, 32
Семенова Л.Н. «Без жены мне отдых не в отдых». №4, 50
Телков М.В. Кари Маллис, изобретатель ПЦР. №8, 6

ЗДОРОВЬЕ. ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ. БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Благутина В.В. Гвоздь в башке. №9, 30
Вельков В.В. Атеросклероз: артиллерия бьет по своим. №12, 30
Зинкевич Э.П. Запахи и жизнь. №3, 50
Имянитов Н.С. Счастье как несбыточная мечта. №8, 42
Посух О.Л. Такая разная тишина. №3, 18

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ. ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ. КОММЕНТАРИЙ.

Власов В.М. Ошибки, ведущие к взрыву. №7, 52

Гранты для бездарных. №4, 34
Ковтун Г.А. Казацкие чернила. №2, 15
Леенсон И.А. Метастабильные вещества. №12, 44
Ряшенцева М.А. Катализатор из вулкана. №7, 53

ФОТОИНФОРМАЦИЯ. ФОТОФАКТ. ФОТОЛАБОРАТОРИЯ

Алексеев С. Выращивание полимеров. №2, 36;
Путешествие в царство теней, или Как собрать пролитое. №4, 44
Анофелес С. Космический телескоп. №11, 28;
Нанoinструментарий. №8, 40;
Нанотрубки на службе мира. №3, 11;
Электровидение мормирусов. №7, 37
Барне А. Бабочки в неволе. №2, 62
Григорьева А.В. Рисунок из молекул жизни. №11, 43
Солнечный янтарь. №11, 44
Данилов П. Рентгеновский микроскоп. №11, 39
Калаев В.Н. Чернобыльские следы в клетках. №7, 50
Кантор Б.З. О чем не знает камера. №8, 56
Комаров С.М. Архитектурные микроизлишества. №6, 27;
Ледниковые новости. №1, 52;
Пот растений... №7, 67
Кузнецов М.В., Морозов Ю.Г., Шишковский И.В. Управляемый синтез имплантатов. №5, 21
Липунов В.М. От Москвы до самых до окраин Вселенной. №1, 40
Нетреба С.Н. Облака на вершинах мира. №10, 40
Синицкий А.С. Нанодом. №3, 12
Стрельникова Л.Н. Чужих съедят первыми. №1, 63
Титков И.Е. SiC. №4, 19;
Металлическая плазма. №4, 13
Федотов В. Вестники гриппа... №11, 45
Чеканова А.Е. Нервные узлы спинтронники. №4, 21

КНИГИ. АРХИВ

Бруно Дж. Кто догоняет меня, кусает меня. №9, 23
Верховский Л.И. Звездный час «блудных сынов». №1, 34

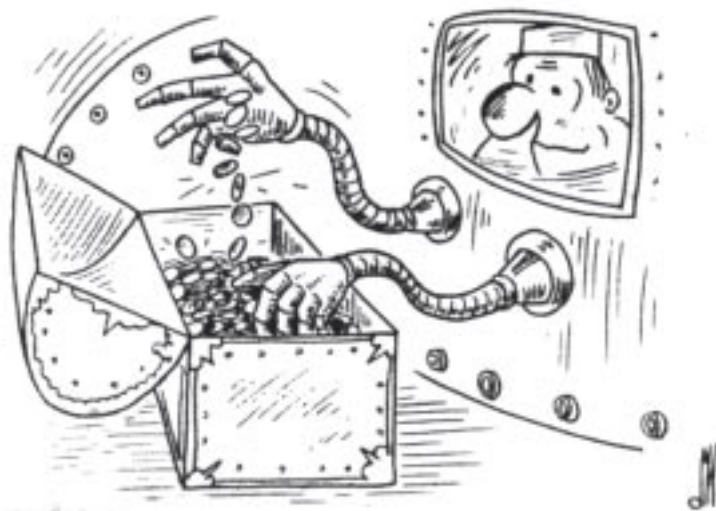
Каабак Л.В. Почему я не ловлю парусника тоас. №1, 60
Комнина А. Этот Итал. №10, 56
Маркина Н. Рыцарь веры, разума и любви. №10, 60
Рабкина А.Ю. Не снимет всех проблем багаж обширных знаний. №2, 55
Рабле Ф. «Мы трансфетрируем Секвану...» №4, 32
Раменский Е.В. Королева цитогенетики. №9, 50
Эйлер Л. Задача о кенигсбергских мостах. №3, 44

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Гольдереер М. Голубые раки. №1, 62
Каабак Л.В. Бабочки в мифах, легендах и литературе. №11, 60
Линчевский Е.Н. Обработка солнечного чуда. №1, 56

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ. ФАНТАСТИКА

Володина Н. Похоронная сказка. №1, 64
Гарридо Алекс Строитель мостов. №4, 66
Гон В. Идеальное соответствие. №8, 66
Детгарев М. ГЮЖЕФШП. №2, 66
Днепров С. Глаза василиска. №9, 66
Егорова Н. Пятна... №6, 66
Жуве М. Похититель снов. №1, 36
Максимов Ю. Двадцать минут. №11, 66
Медведева Е. Жил-был ты... №5, 64
Ситников К. В сердце хрустальных гор. №3, 62
Хазанов Б. Полное собрание сочинений Тучина. №10, 64
Чаянова С. Продолжение. №7, 64
Юрт Ю. Медвединое озеро. №12, 64



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Чем пахнет железо

Казалось бы, железо пахнуть не должно. В самом деле, это же металл, а не газ какой-нибудь. Трудно себе представить, чтобы его атомы легко отрывались от поверхности и проникали в наш нос. Однако опыт свидетельствует: если прикоснуться, например, к стальному рельсу, руки приобретают специфический «железный» запах. Отгадку нашли немецкие химики из Лейпцигского университета во главе с Дитмаром Глинденманом («Angewandte Chemie International Edition», 2006, т.45, № 42). Оказывается, запах возникает из-за реакции железа с веществами на поверхности пальцев.

Механизм тут следующий. В момент соприкосновения ладони с рельсом начинается коррозия и образуются ионы двухвалентного железа. Именно они станут главными действующими лицами в этой пьесе. Двухвалентное железо встречается с пероксидами липидов. Эти вещества появляются на человеческой коже в результате окисления масел ферментами или ультрафиолетом. Ион железа, делаясь трехвалентным, отдает пероксиду один электрон, и тот, не выдержав нагрузки, распадается. В результате возникает целый букет ароматных веществ. Самое зловонное из них содержит в качестве заместителя октен. Даже в малой концентрации оно дает сильный металл-грибной запах.

По мнению авторов работы, все это не случайно. Способность чувствовать запах железа помогает находить раненого зверя, ведь гемоглобин содержит атом этого металла, и, видимо, при разложении крови на воздухе получаются те же вещества, что и во время контакта пальца с рельсом.

Попутно немецкие исследователи раскрыли тайну еще одного запаха железа, а именно чесночно-металлического аромата литого чугуна. Всегда считалось, что в нем повинен ядовитый фосфористый водород, фосфин PH_3 . Однако выяснилось, что в безопасной для человека концентрации он ничем не пахнет. Истинными носителями запаха чугуна оказались чемпионы среди веществ с сильным запахом — метилфосфины, у которых один или два атома водорода заменены на метильную группу CH_3 .

С.Анофелес

...интерферометрия межзвездных молекулярных облаков, из материала которых формируются протозвезды, показывает, что в них содержится много органических веществ, в том числе глицеральдегид и уксусная кислота («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2006, т.103, № 33, с.12243—12248)...

...получены последовательности ядерной ДНК из останков неандертальца, общей длиной около 1 млн. нуклеотидов; ее сравнение с ДНК человека показало, что пути наших видов разошлись 500 000 лет назад; реальностью становится проект «Геном неандертальца» («Nature», т.444, № 7117, с.330—336)...

...в Камчатско-Курильском регионе сейсмоопасная обстановка сохранится до 2010 года («Земля и Вселенная», 2006, № 5, с.43)...

...как показали исследования в Южно-Китайском море, антропогенное воздействие ведет к отмиранию рифовых кораллов и снижению их разнообразия («Биология моря», 2006, т.32, № 5, с.326—332)...

...наблюдения в Пинежском заповеднике Архангельской области показали, что из-за глобального потепления птицы стали позже улетать на зимовку и раньше возвращаться, кроме того, в заповеднике появились новые, более теплолюбивые виды («Известия РАН. Серия географическая», 2006, № 5, с.30—35)...

...предложен новый способ получения метанола из метана — при атмосферном давлении и температуре менее 200°C («Доклады Академии наук», 2006, т.410, № 6, с.763—766)...

...проектируется программный комплекс «ChemObjects» для физико-химического моделирования и визуализации молекулярных моделей («Информационные ресурсы России», 2006, № 5, с.26—30)...

...в 2007 году исполнится 30 лет со времени выхода в свет основополагающей методической работы на русском языке по иконике — науке о восприятии и обработке изображений («Оптический журнал», 2006, т.126, № 5, с.462—471)...



...согласно одной из гипотез, первоначальные хозяева вирусов гриппа в природе — одноклеточные обитатели водоемов, амёбы и инфузории, а водоплавающие птицы играют роль промежуточного звена между ними и людьми («Природа», 2006, № 10, с.33—40)...

...андроклиния — развитие в лабораторных условиях полноценного растения из пыльцевого зерна — может происходить несколькими различными путями («Успехи современной биологии», 2006, т.126, № 5, с.462—471)...

...в ряду человек — мышь — дрозофила при низких уровнях облучения больше всего мутаций возникает у дрозофилы, у мышей их гораздо меньше, а у человека практически нет, возможно, благодаря неспецифическому механизму репарации («Радиационная биология. Радиоэкология», 2006, т.46, № 5, с.605—610)...

...сложность очистки генно-инженерного белка интерферона, из которого делают противогриппозный препарат, зависит от условий культивирования бактерий, которые его производят («Биотехнология», 2006, № 5, с.23—31)...

...предложена гипотеза геномного импринтинга, объясняющая случаи наследования радиационной чувствительности, количества эритроцитов в крови и веса новорожденных («Журнал общей биологии», 2006, т.67, № 5, с.361—375)...

... простейший комплекс медитационных упражнений снижает время простых и сложных двигательных реакций примерно на треть («Физиология человека», 2006, т.32, № 5, с.128—131)...

...наряду с ноосферой и семиосферой можно ввести понятие эротосферы как совокупности всех цивилизационных процессов и артефактов в их отношении к желанию («Вопросы философии», 2006, № 10, с.55—68)...

...созданы универсальные крепления, позволяющие надевать лыжи, обычные и роликовые коньки на любую обувь («Изобретатель и рационализатор», 2006, № 10, с.4)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Банан всегда желтый, даже если он красный

«Типичный» цвет предмета хранится в нашей памяти и влияет на цветовое восприятие этого предмета в дальнейшем, выяснили немецкие ученые.

Известно, что мозг любит подшутить над нами, когда речь идет о восприятии цвета. Например, мы помним некоторые краски более интенсивными, чем они есть на самом деле. Добровольцы, которых просили выбрать из предложенного набора карточек те, чей цвет схож с цветом травы, часто выбирали более насыщенные зеленые оттенки. Данные некоторых исследований свидетельствуют также о том, что цвет «меняется» по мере того, как мы поворачиваем голову слева направо.

Психологи из Гессенского университета обнаружили, что цветовое восприятие предмета во многом зависит от того, в какой гамме мы его помним (по сообщению агентства «News Nature» от 15 октября 2006 года). Участникам эксперимента предлагали изображения фруктов на сером экране компьютера и просили довести цвет плода тоже до серого.

Надо сказать, испытуемым было нелегко справиться с задачей. Например, если на экране был банан, они пытались добавить к его окраске немного синего, который, как известно, нейтрализует желтый. Причем делали это даже тогда, когда изображенный банан был другого цвета, в частности красного. Почти всех это удивляло, некоторых забавляло, но мозг продолжал хранить образ желтого фрукта.

Когда тем же добровольцам предложили проделать аналогичную настройку цвета до серого с предметами произвольной формы, все справились с заданием успешно. По мнению авторов работы, полученные результаты подтверждают предположение, что память о «типичном» цвете воздействует на наше восприятие.

Е. Сутоцкая



А.В.СМИРНОВУ, Саранск: Мебель из ДСП можно расписать акриловыми красками, а затем покрыть акриловым лаком; но если она лакированная, то сперва надо снять лак растворителем или шкуркой.

Леониду, вопрос из Интернета: Нет смысла удалять из диванной подушки клейкую труху, в которую превращается при старении поролон, с помощью растворителей: даже если его удастся смыть, получившийся раствор пропитает материю; проще избавиться от него механическим путем, например постирать несколько раз; с химической точки зрения поролон — это полиуретан с различными наполнителями.

П.В.КОЧЕГАРОВУ, Москва: Лекарство вполне может избирательно концентрироваться в очаге воспаления, вместо того чтобы равномерно распределяться по организму, если его, как, например, антибиотик азитромицин, доставляют туда фагоциты — клетки крови, участвующие в воспалительном процессе; никакого обмана, чистая физиология!

Л.М.ЧЕРВЕЦОВОЙ, Санкт-Петербург: Ветеринары не советуют давать кошкам такие «человеческие» лекарства, как но-шпа, анальгин и парацетамол.

Н.Ю.БЕРСКОЙ, Калининград: Как мы уже писали, в стальной таре мед хранить не рекомендуется, потому что в нем есть кислоты, способствующие коррозии, а вот в алюминиевой — можно.

А.П.ПЛАТОНОВОЙ, Астрахань: С кофеином чая и кофе дело обстоит так: чайный лист в весовом отношении действительно содержит больше кофеина, чем кофейное зерно, но поскольку для заварки беруг меньшую навеску чая, то и в готовом напитке его меньше; к тому же, как пишет **В.В.Похлебкин**, в чае кофеин взаимодействует с танином, образуя таннат кофеина, который действует на организм не так резко.

М.В.КОРНЕЕВУ, Рязань: Рождение в Великобритании двух близнецов с различным цветом кожи, белого и черного, вполне объяснимо и без телегонии; оттенок кожи — это полимерный признак, он определяется общим количеством доминантных аллелей в нескольких генах; поскольку британские близнецы — монозиготные, набор генов у них может быть неодинаковым.

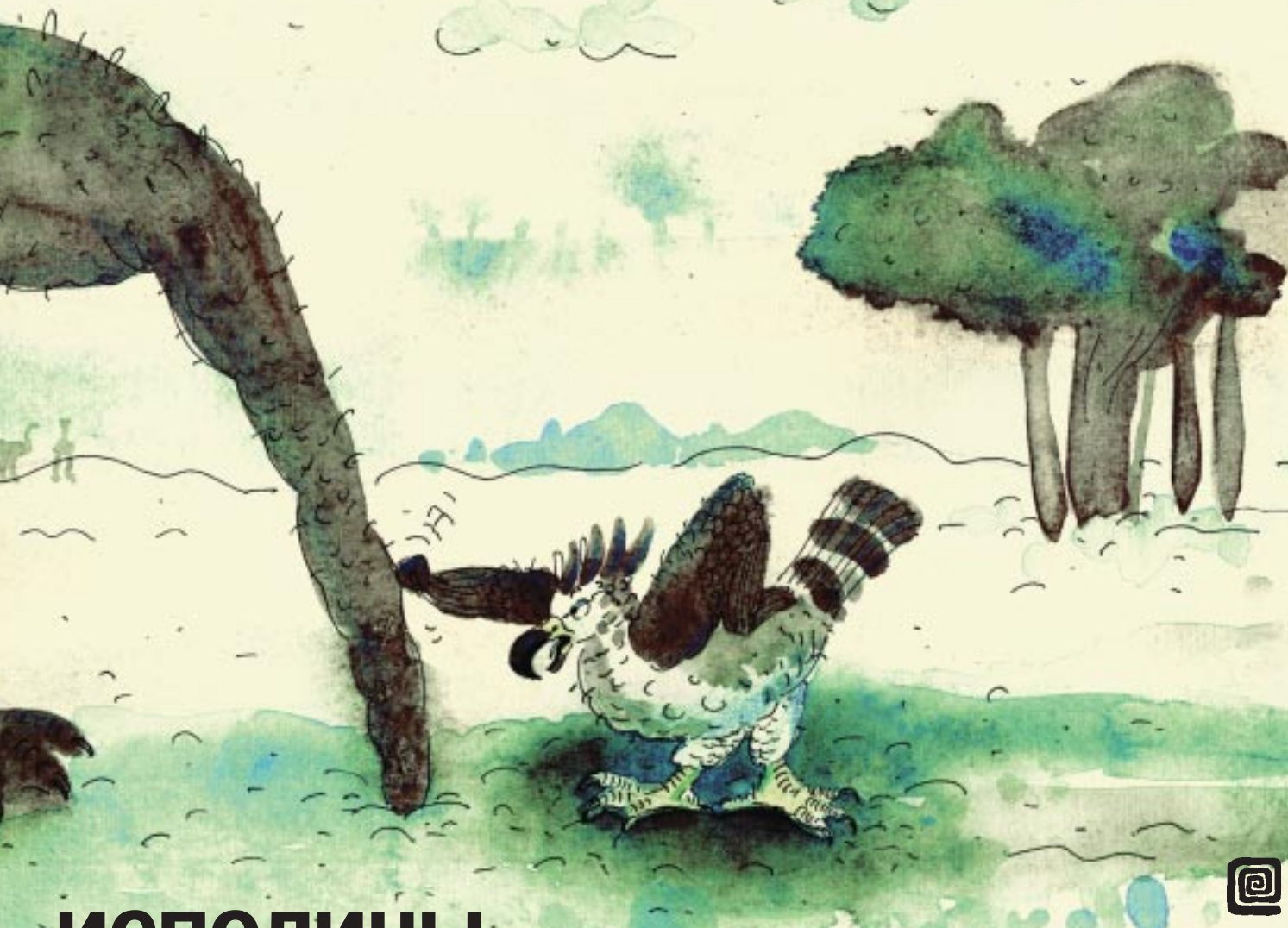
А.В.ТИХОМИРОВОЙ, Иркутск: Колюрия — многолетнее растение семейства розоцветных, встречается на Алтае и в Средней Азии; как пряность используется его высушенное корневище, запах которого похож на гвоздичный; мы считаем, что в новогодний глинтвейн его добавлять очень даже можно.



Ископаемые

В этой рубрике мы уже поведали читателям и о журавле в небе, и о синице в руке, а напоследок решили заглянуть в глубь веков и рассказать об ископаемой птице — гигантском орле Хааса *Harpagornis moorei*, который жил в Новой Зеландии и вымер лет пятьсот назад. Европейцы его уже не застали, но память о нем сохранилась в легендах и наскальных рисунках полинезийского народа маори.

Новая Зеландия отделилась от Гондваны раньше Австралии, еще в меловом периоде, и ее уникальная фауна — самая древняя в мире. На этом горном архипелаге, покрытом лесами, с вулканами и гейзерами, до появления человека совсем не было млекопитающих, не считая двух видов летучих мышей. Поэтому экологическую нишу травоядных копытных занимали мирные нелетающие птицы моа, родственники киви, напоминающие страусов с мощными ногами. Предки их летали. Существовало не менее 20 видов моа, и только некоторые из них дожили до XIX века. В X—XIV веках острова заселили маори, которые охотились на моа, потом европейцы свели леса... Возможно, свою роль в печальной судьбе этих птиц сыграли и стихийные бедствия.



ИСПОЛИНЫ

КСТАТИ О ПТИЦАХ

Мелкие моа были размером с индюка, широкобескрыл слононогий (так уж его назвали добрые ученые) — крупнее, а рост некоторых моа, динорнисов, достигал 3,7 м при весе 300—400 кг! Недаром *Dinornithes* переводится как «ужасные птицы», а динозавры, кстати, — это «ужасные ящерицы». Моа быстро не бегали: до появления человека бегать им было не от кого. Наземных хищников не имелось вовсе, только пернатые, а вершину пищевой пирамиды занимал орел Хааса.

По ископаемым остаткам скелета ученые вычислили размеры и примерный вес этих птиц. Оказалось, что это самый крупный и тяжелый из современных орлов, больше беркута и белохвоста, вес которых не превышает семи килограммов: размах его крыльев достигал 2,1—2,4 м, вес самцов — 10 кг, а самок — 14,5 кг! Сначала даже сомневались, мог ли этот орел летать — с та-

ким-то весом! Изучив пропорции его тела, ученые решили, что орел Хааса совершенно не похож на парящих орлов — обитателей открытых просторов. У него широкие и относительно недлинные крылья, как у лесных хищников, например у гарпий. Добыча же ему нужна была достаточно крупная, и среди кандидатов на роль жертвы ученые называют нелетающих пастушков, гусей рода *Spenerornis*, а также не очень больших моа, которых тяжелый орел, возможно, сбивал с ног, почти падая на них из крон деревьев, а потом убивал своими огромными когтями. Поскольку пернатые хищники способны поднять в воздух добычу, лишь на четверть превышающую их вес, вряд ли орел питался двухсоткилограммовыми моа, однако вполне мог подкормиться их трупами и птенцами.

Совсем недавно ученые сравнили ДНК митохондрий 16 современных видов орлов с ДНК орла Хааса из ископаемых

костей, возраст которых — 2 тыс. лет. По результатам этого теста ближайшим родственником нашего гиганта оказался орел-карлик и другие мелкие лесные ястребиные орлы из того же рода, а отделение этих видов от общего предка произошло не так давно — 0,7—1,8 млн. лет назад. Даже если этот предок был покрупнее орла-карлика, все равно эволюция орла Хааса и увеличение его размеров были стремительны — еще одно доказательство, что видообразование на островах идет с большой скоростью. Под Новой Зеландией к тому же проходит разлом земной коры, а это всегда дополнительно ускоряет видообразование — хотя бы потому, что в таких местах выше радиационный фон и мутации генов происходят чаще. Вот это и называется «жизнь как на вулкане».

Кандидат биологических наук

Ольга Волошина



Основные тематические направления конгресса

- Пленарное заседание «Фундаментальные исследования и биотехнология»
Руководитель: академик В.Г. Иванов, ИБХ им. М.М. Шенника и Ю.А. Оленичкина РАН
- Международный симпозиум Черноморской биотехнологической ассоциации
«Сельскохозяйственная биотехнология и общество»
Руководитель: член-корр. РАСХН П.Н. Харченко, ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН;
профессор А.Г. Гамков, Черноморская биотехнологическая Ассоциация
- Российско-Американский симпозиум «Актуальные вопросы российско-американского сотрудничества в области биотехнологии. Опыт развития региональных био-технопарков в США и России»

○ СЕКЦИЯ 1. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА»

Руководители: академик РАНН А.М. Егоров, МГУ им. М.В. Ломоносова;
академик РАН А.И. Мирошников, ИБХ им. М.М. Шенника
и Ю.А. Оленичкина РАН

ТЕМАТИКА СЕКЦИИ:

- Биотехнология сенсорных систем
- Биотехнология пептидных препаратов
- Новые полимеры для целей биотехнологии
- Биотехнология белков крови человека
- Биосенсоры и новые системы скрининга
- Ключевые технологии в медицине
 - Крутой стол «Нанотехнология в медицине»
Соруководители: академик РАНН А.И. Арчаков, ГУ НИИ БМХ РАНН
д.т.н. В.А. Быков, ЗАО НТ-МДТ
 - Крутой стол «Ключевые технологии в медицине»
Руководитель: академик РАНН В.Н. Ярыгин, РГМУ
 - Крутой стол «Фармакология на базе биотехнологии»
Руководитель: профессор Н.В. Меньятушка, РХТУ им. Д.И. Менделеева
 - Крутой стол «Медицинская техника и ее применение в биотехнологии»
Руководитель: профессор Д.И. Цыганов, ОАО МКНТ

○ СЕКЦИЯ 2. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Руководители: академик РАСХН В.И. Фисинин, Первый вице-президент РАСХН;
академик РАСХН А.К. Эрнст, вице-президент РАСХН;
академик РАСХН И.А. Тихонович, ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН;
член-корр. РАСХН П.Н. Харченко, ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН

ТЕМАТИКА СЕКЦИИ:

- Трансгенные растения
- Трансгенные животные
- Регуляция экспрессии генов в биотехнологии
- ДНК-типирование и молекулярно-генетическая идентификация организмов
- Молекулярно-растительные системы и их биотехнологии
- Молекулярная диагностика болезней растений и животных
 - Крутой стол «Биотехнология и животноводство»
Руководитель: академик РАСХН А.К. Эрнст, вице-президент РАСХН
 - Крутой стол «Биотехнология и ветеринарная медицина»
Руководитель: академик РАСХН А.К. Эрнст, вице-президент РАСХН
 - Крутой стол «Трансгенные и клеточные биотехнологии в селекции и растениеводстве»
Руководитель: академик РАСХН В.С. Шелеуха, ТСХА, Москва

○ СЕКЦИЯ 3. «БИОТЕХНОЛОГИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

Руководители: академик РАНН и РАСХН В.А. Быков, НИЦ биомедицинских технологий, ВИАР;
член-корр. РАН Е.С. Северин, ВНИЦ молекулярной диагностики и лечения;
д.б.н. А.С. Яценко, ФГУП ГосНИИ Генетика

○ СЕКЦИЯ 4. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»

Руководители: профессор Н.Б. Градова, РХТУ им. Д.И. Менделеева;
профессор Г.А. Жариков, НИЦ токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов Министерство здравоохранения и социального развития РФ

○ СЕКЦИЯ 5. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»

Руководители: академик РАСХН И.А. Рогов, МГУ прикладной биотехнологии;
академик РАНН В.А. Тугельев, НИИ питания РАНН;
д.х.н. Е.Е. Брауде, ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН

○ СЕКЦИЯ 6. «БИОКАТАЛИЗ И БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Руководители: член-корр. РАН С.А. Варфоломеев, ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова;
профессор В.О. Попов, Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН

○ СЕКЦИЯ 7. «БИОТЕХНОЛОГИИ»

Руководители: член-корр. РАН Г.И. Каравайко, Институт микробиологии РАН;
академик РАН М.В. Иванов, Институт микробиологии РАН

○ СЕКЦИЯ 8. «ИННОВАЦИИ, ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

Руководители: член-корр. РАН В.Г. Систер, ОАО Московский комитет по науке и технологиям;
к.т.н. Е.Н. Орешкин, Федеральное агентство по науке и инновациям

● Крутой стол «Финансирование инноваций в области биотехнологий»

Руководитель: к.т.н. С.Г. Карабаев, Международный фонд технологий и инвестиций

○ СЕКЦИЯ 9. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ»

Руководители: профессор Т.В. Овчинникова, ММА им. И.М. Сеченова, Учебно-научный центр ИБХ им. М.М. Шенника и Ю.А. Оленичкина РАН;
профессор И.А. Крылов, РХТУ им. Д.И. Менделеева

○ СЕКЦИЯ 10. «БИОИНФОРМАТИКА»

Руководители: академик РАНН А.И. Арчаков, ГУ НИИ БМХ РАНН, Москва;
член-корр. РАН Н.А. Комчанов, ИЦиГ СО РАН, Новосибирск;
профессор В.В. Порошков, ГУ НИИ БМХ РАНН, Москва

○ ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ: «Проблемы биобезопасности, биоэтики» Проблемы законодательной и нормативной базы в области биотехнологии

Руководители: академик РАН М.П. Корженников, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва;
член-корр. РАН С.В. Нетесов, ГИЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, г. Новосибирск

○ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ КОНГРЕССА

Президенты: академик РАН П.А. Сарнинов и академик РАН Р.В. Петров

○ КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Президенты: академик РАНН и РАСХН В.А. Быков
Зам. председателя: профессор Т.В. Овчинникова

5-я международная специализированная выставка «МИР БИОТЕХНОЛОГИИ» 2007»

Тематика выставки:

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

○ Международный конкурс «Лучшая продукция специализированной выставки «МИР БИОТЕХНОЛОГИИ 2007»

