



XXI

12
2002
ЖИЗНИ И БИВШИХ







12

2002

Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

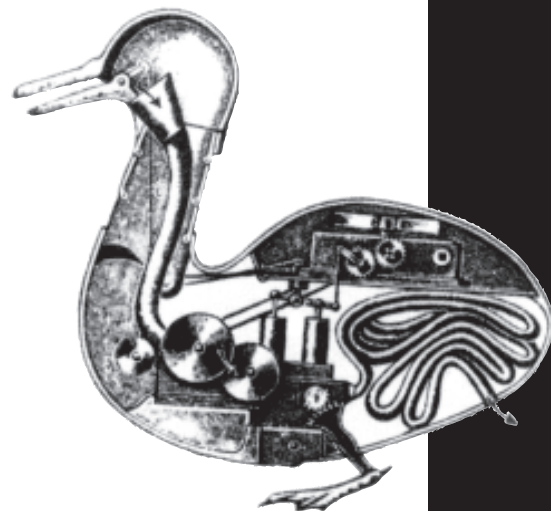
*В действительности
все не так,
как на самом деле.*

Станислав Ежи Лец



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н.Крацина
к статье «Внизу полным-полно места:
приглашение в новый мир»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Сандро Боттичелли «Кентавр и Минерва».
Даже богиня мудрости затрудняется понять,
какие гены определяют поведение кентавра.
Об этом читайте в статье «Гены и поведение»*





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин
Институт новых технологических образований
 Е.И.Булин-Соколова
Компания «Химия и жизнь»
 Л.Н.Стрельникова

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
 Л.Н.Стрельникова
Главный художник
 А.В.Астрин
Ответственный секретарь
 Н.Д.Соколов
Зав. редакцией
 Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели
 Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,
 Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,
 В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,
 Е.В.Клещенко, С.М.Комаров,
 М.Б.Литвинов, О.В.Рындина,
 В.К.Черникова

Производство
 Т.М.Макарова
Служба информации
 В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука
 О.О.Максименко, Н.В.Маркина,
 Т.Б.Пичугина, Н.В.Пятосина,
 О.Б.Тельпуховская
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 02.12.2002
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
 105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

Ищите нас в Интернете по адресам:
<http://www.chem.msu.su:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html>;
<http://www.hij.ru>;
<http://www.informnauka.ru>

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

Подписные индексы:
 в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232
 (рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)
 в Объединенном каталоге
 «Вся пресса» — 88763 и 88764
 (рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

© Издательство научно-популярной литературы «Химия и жизнь»

При поддержке
 Института «Открытое общество»
 (Фонд Сороса). Россия

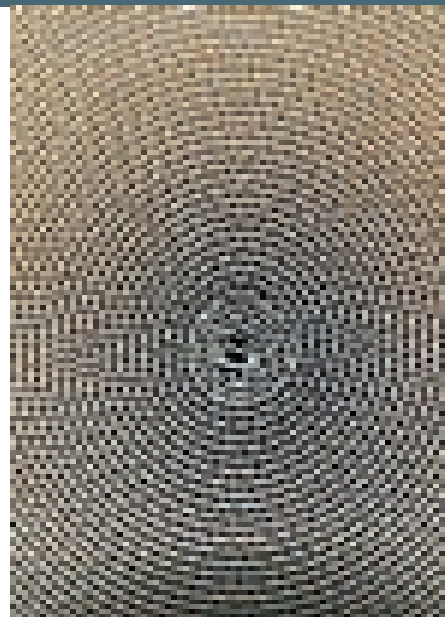


Спонсор
 журнала
 фирма



Как поддерживают науку и чего от нее ожидают, хорошо видно на примере двух прибалтийских стран, Германии и Швеции, где побывал обозреватель нашего журнала.

Химия и жизнь — XXI век



Технологию изготовления прочных керамических кружев разработали российские химики. Причем подсказку они нашли в обычной выхлопной трубе.

ИНФОРМНАУКА

ЕВРОПЕЙСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ — 2002	4
ГДЕ БУДЕТ ТРЯСТИ?	4
ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА АЛЮМИНИЯ	4
МИКРОБОВ — К СТЕНКЕ, СЕРЕБРЯНОЙ	5
СИБИРСКУЮ ЯЗВУ РАССТРЕЛИВАЮТ ЭЛЕКТРОНАМИ	5
РАСТВОР ГЕМОГЛОБИНА ВМЕСТО КРОВИ	6
КЕФИР ЗАЩИЩАЕТ ОТ МУТАЦИЙ	6
КОЛЛЕКЦИЯ МИНЕРАЛОВ В НАШИХ ЗУБАХ	7

ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДКОВ

М.Литвинов БАЛТИЙСКИЙ БИОТЕХ	8
----------------------------------------------	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.М.Комаров КЕРАМИЧЕСКИЕ КРУЖЕВА	16
--------------------------------------------------	----

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Р.Фейнман ВНИЗУ ПОЛНЫМ-ПОЛНО МЕСТА: ПРИГЛАШЕНИЕ В НОВЫЙ МИР	21
-----------------------------------------------------------------------------	----

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

А.А.Дутов СМАЗАТЬ, ПРИЖАТЬ, ПОДОЖДАТЬ	27
-------------------------------------------------------	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

М.Д.Голубовский ПРОГРАММА «ГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА»: РЕАЛЬНАЯ ПОЛЬЗА ИЛИ ВЕЛИКИЙ СОБЛАЗН?	33
--------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Е.Д.Свердлов ГЕНЫ И ПОВЕДЕНИЕ: ЧТО МЫ ЗНАЕМ И ПОЧЕМУ МЫ ЗНАЕМ ТАК МАЛО	39
----------------------------------------------------------------------------------------	----



20

Лекция Р.Фейнмана в канун 1960 года на рождественском обеде в Калифорнийском технологическом институте представляет собой редкий случай практически безошибочного научного прогноза. Название ему — нанотехнологии.

53

Хурма прежде всего целебный плод, а уж потом вкусный. Если потерпеть причуды незрелого плода, то удастся излечиться от язвы желудка.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

А.Корнберг

БИОХИМИЯ НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ 40

ЗДОРОВЬЕ

Е.М.Андреев, Т.Л.Харькова

ТУБЕРКУЛЕЗ В РОССИИ И В МИРЕ: ИСТОРИЯ БОЛЕЗНИ 42

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Ю.Райхельгауз

РУССКИЕ ХУДОЖНИКИ В ЭСТОНИИ, ИЛИ КАРТИНКИ С НЕСОСТОЯВШЕЙСЯ ВЫСТАВКИ 50

КАК РАСПИСАТЬ СТЕКЛО ПОД ВИТРАЖ 52

М.Т.Мазуренко

КОРОЛЕК, КАКИ, ПЕРСИМОН, ХУРМА ОБЫКНОВЕННАЯ... 53

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Н.Людвиг

НОВОГОДНЯЯ СКАЗКА ДЛЯ ЛАРИСЫ 57

ИНФОРМНАУКА

ВОРОНЫ, ГРАЧИ И ГАЛКИ УЖИВАЮТСЯ НА ПОМОЙКАХ 60

«ТВАРЬ Я ДРОЖАЩАЯ, ИЛИ ПРАВО ИМЕЮ...» 60

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник

ПОКАЗАТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ 72

НОВОСТИ НАУКИ

14

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ

30

ПИШУТ, ЧТО...

70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

46

ПЕРЕПИСКА

72

В номере

4

ИНФОРМНАУКА

Об ускорителе электронов, который российские ученые приспособили для уничтожения бактерий сибирской язвы, и о наночастицах серебра, на основе которых делают краску для стен больницы, чтобы на них не задерживались микробы.

27

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Клей, который действует под водой, изобрели каракатицы, однако для своих нужд человек использует рукотворный подводный клей.

32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Итак, геном человека (кстати, какого человека? Говорят. Шефа компании «Celera Genomics». Шутка.) прочитан. Что дальше? Возражения скептиков отнюдь не сняты.

42

ЗДОРОВЬЕ

Вообще, товарищи... лично я туберкулезу только благодарный. Сами посудите, бесплатно жил в замечательных здравницах. Людей посмотрел, себя показал... культурное общество, медицинские сестры...»

Василий Аксенов, «Товарищ красивый Фуражкин»

52

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Как расписать стекло под витраж. Советы из Эстонии.



ВОЗМОЖНОСТИ



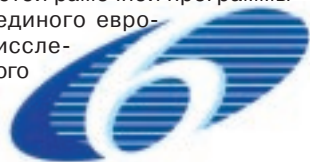
Европейские исследования — 2002

В Брюсселе 11–13 ноября прошла конференция «Европейские исследования-2002». В этом крупнейшем мероприятии, когда-либо проводимом Европейским Союзом по вопросам научно-технического развития, приняли участие более восьми тысяч человек из всех европейских стран. Конференция была посвящена открытию Шестой рамочной программы.

Не секрет, что содружество стран Европы стремится создать самую динамичную и конкурентоспособную экономику в мире, основанную на научном знании. Вот почему науку надо поддерживать, а бюджет Шестой рамочной программы, запланированной на четыре года, с 2003-го по 2006-й, для финансирования научных исследований в Европе, составил 17,5 миллиардов евро.

Участвовать в этой программе смогут все европейские страны, независимо от того, входят ли они в Евросоюз. Нет никаких национальных квот, поэтому российским ученым рекомендуют проявить активность в подаче проектов, особенно тем, кто работает в приоритетных направлениях программы, а они таковы: геномика и биотехнологии в медицине, технологии информационного общества, нанотехнологии, аэрокосмос, безопасность питания, экология, социальные науки. На эти семь направлений выделяется львиная доля бюджета программы — 12 миллиардов евро. Подробнее об участии в программе можно узнать на сайте информационной службы Евросоюза «Кордис» www.cordis.lu/fp6 и Центра науки и статистики www.fp6.csr.su.ru.

Цель Шестой рамочной программы — создание единого европейского исследовательского



SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME

пространства, которое объединит усилия научных коллективов, разбросанных по всему континенту и в котором будет строиться европейская экономика будущего.

ГЕОФИЗИКА

Где будет трести?

Не обрушится ли шахта, сколько еще прослужит подземное хранилище и когда случится технологическая катастрофа, можно будет узнать с помощью прибора, который готовится создать российские ученые, победившие в конкурсе инновационных проектов РФФИ.

Обвалы в шахтах можно предвидеть, причем узнать заранее не только место обрушения, но и его время. Это стало возможным благодаря фундаментальным исследованиям ученых из Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН, а специалисты фирмы «ИНТЕРЮНИС» берутся воплотить эти идеи в опытный образец прибора.

Установка будет состоять из «чемоданчика на колесиках», где спрятан компьютер и платы обработки сигнала, и нескольких датчиков (в опытном образце их будет 16), связанных кабелями с компьютером. Датчики, замурованные в стенках шахты или любого другого подземного помещения, улавливают упругие волны, которые испускают при разрушении горные породы. При достижении некоего порогового значения прибор выдаст предупреждение об опасности и укажет, где именно случится обрушение.

Ученые исходят из того, что горные породы разрушаются не сразу, перед этим долгое время накапливаются напряжения. Сначала в разных местах образуются маленькие трещины, иногда довольно долго, но, когда их становится много, они мгновенно объединяются в крупные трещины и испускают упругие волны большей энергии — это уже критический процесс. При сильных землетрясениях многокилометровые разломы могут расщепить поверхность земли, однако появляются они тем же путем, что и под землей. Поэтому метод определения

очага опасности, предложенный физиками во главе с профессором В.Куксенко, применим также и к прогнозу крупных катастроф.

В настоящий момент за рубежом выпускают подобные системы, но они рассчитаны для узкого диапазона частот и могут следить за объемом пород от 10 до 100 кубометров. Наши ученые планируют сделать прибор, который будет анализировать широкий диапазон волн и определять очаг разрушения на расстоянии нескольких километров. Испытания прибора пройдут в реальных условиях: в горной шахте или подземном хранилище жидких отходов.

ТЕХНОЛОГИИ

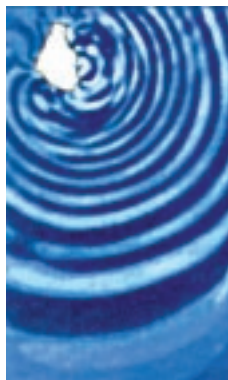
Лазерная сварка алюминия

Российские ученые из Ковровской государственной технологической академии предлагают новую технологию сварки сплавов алюминия с помощью двух лазеров. Новый метод имеет два преимущества: глубина сварки увеличивается в два раза и при этом повышается качество изделия.

Лазеры работают по очереди. Первый лазер малыми порциями убирает оксидную пленку с поверхности свариваемых деталей, а второй — сваривает. Хотя первый этап продолжается около одной миллионной доли секунды, он очень важен, поскольку оксидная пленка, мешающая проводить качественную лазерную сварку, трудно плавится. Новый метод отличается еще и тем, что около стыка деталей возникает тонкая пленка расплавленного металла, увеличивающая «коэффициент полезного действия» лазерного излучения. Кроме того, эта пленка удерживает мелкие частицы, которые вырываются из металла при сварке и увеличивает максимальную глубину сварки.

Новая лазерная установка состоит из двух модифицированных лазеров, системы зеркал и объектива, фокусирующего излучение на область сварки. Радиус лазерного пучка, который производит сварку, составляет 0,3 миллиметра, скорость сварки — 30 миллиметров в минуту.

Ученые экспериментально сравнили новую технологию сварки с обычной, с





применением одного лазера. Эксперименты показали, что новый метод дает в два-три раза большую глубину сварки. При этом качество, если судить по так называемой «пористости швов», увеличивается в два раза, соответственно возрастает и прочность изделия.

Проблема лазерной сварки цветных металлов весьма актуальна. Использовать легкие сплавы алюминия становится все более выгодным, поэтому черный металл постепенно заменяют цветным. Однако до сих пор качество сварки сплавов алюминия лазерным излучением не удовлетворяло технологов. Возможно, новая технология придется им по душе.

К настоящему времени известно более 100 тысяч направлений, в которых используется лазер. Можно сказать, что российские ученые открыли еще одно.

НАНОТЕХНОЛОГИИ

Микробов — к стенке, серебряной

Московские ученые придумали, как избавиться от заразы, таящейся на стенах больниц, поликлиник и вообще всех помещений, где живут и работают одновременно и больные, и здоровые люди. Химики из Института электрохимии РАН им. А.Н. Фрумкина (Москва) научились делать наночастицы серебра, устойчивые в обычных растворителях, а технологи разработали специальные лаки и краски на этой основе. Если покрасить подобной краской стены, то микробы на ней долго не проживут, и люди в такой комнате будут реже болеть.

Высокие нанотехнологии распространили свое влияние и в такую, казалось бы, обыденную область, как лаки и краски. На Международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития», прошедшем в Москве 14–18 октября этого года, представители одной из фирм продемонстрировали первые образцы своей продукции — различные бактерицидные лаки, краски и эмали, в состав которых входят наночастицы серебра. Это большой шаг вперед, ведь до сих пор бактерицидные покрытия делали на основе препаратов, опасных не только для возбудителей различных болезней, но и для здоровья людей.

Покрасить стены поликлиник, больниц и офисов краской с примесью наночастиц серебра предложили ученые из Института электрохимии РАН им. А.Н. Фрумкина. Микробам такая краска страшна не



меньше, чем обычные бактерицидные покрытия, а вот для людей она в отличие от традиционных составов совершенно безвредна.

Бактерицидные свойства серебра, особенно коллоидного, хорошо известны. Но сделать частицы серебра размером в несколько десятков нанометров, которые оставались бы стабильными более года, чрезвычайно трудно — ведь обычно такие крошечные частички самопроизвольно стремятся объединиться в более крупные. Но как раз столь малые размеры частичек металла — залог их высокой биологической активности.

Московским электрохимикам удалось разработать сразу два способа синтеза металлических наночастиц — радиационно-химический и биохимический. И в том, и в другом случае частицы получают из растворов серебра под действием либо ионизирующего излучения, либо природных биологически активных соединений — растительных пигментов из группы флавоноидов. Оба метода позволяют получить стабильные наночастицы серебра в виде их дисперсии в обычных растворителях, таких, как гептан, октан и им подобные. Но второй метод, конечно, предпочтительнее — он проще, дешевле и производительнее.

Так или иначе, в результате у ученых получается прозрачный желтовато-коричневый коллоидный раствор наночастиц серебра. Достаточно добавить всего 0,5–2,5% этого раствора в краску, и она приобретает бактерицидные свойства. Ученые устроили своей серебряной краске непростые микробиологические испытания. Окрашенную ею деревянную, стальную или керамическую пластинку они помещали в воду, заведомо заселенную кишечной палочкой или легионеллой, возбудителем «болезни легионеров» — тяжелого заболевания легких. В другом варианте они наносили на испытуемую поверхность сальмонеллу, стафилококк, энтерококк и другие болезнетворные бактерии прямо в питательной среде.

Оказалось, что краска исключительно эффективна: ни одной заразе выжить на обработанной поверхности не удалось — меньше чем через четыре часа все бо-

лезнетворные бактерии погибли, причем бактерицидное действие сохранялось почти восемь месяцев. А еще выяснилось, что краска эффективна и по отношению к наиболее распространенным вирусам (гриппа А и Б, гепатита А).

Так что в самое ближайшее время стены поликлиник, больниц, школ, детских садов и офисов можно будет покрыть новыми бактерицидными лаками, красками или эмалями, совершенно не токсичными для человека. Конечно, возникает вопрос — не будут ли такие лаки-краски, во-первых, черными (серебро все-таки!), а во-вторых — слишком дорогими. Но и ученые, и технологи на оба вопроса дают отрицательный ответ: серебра там очень мало, просто частицы его очень маленькие, незаметные, но о-очень активные.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Сибирскую язву расстреливают электронами

Ученые из Лимнологического института СО РАН (Иркутск) и Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (Новосибирск) приспособили промышленный ускоритель электронов для стерилизации писем. Они изучили, как пучок электронов воздействует на бактерии, родоначальники сибирской язвы, и рассчитали необходимую мощность установки.

Сибирские биологи и физики придумали, как приспособить ускоритель электронов, которым обычно стерилизуют медицинское оборудование, для обеззараживания писем. Чтобы подобрать оптимальную мощность установки, они рассчитали, сколько бактерий может попасть в организм человека при контакте с зараженным письмом и сколько их необходимо убить, чтобы не случилось беды.

Для экспериментов исследователи выбрали два вида бактерий, генетически самых близких к сибирской язве, которые образуют такие же почти неистребимые споры. Одна из них — безобидная обитательница почвы, а другая вызывает болезни насекомых. Споры последней в смеси с каолином — порошкообразным минералом — продают под названием битоксибациллин.



Имитируя возможные действия почтового террориста, ученые сделали 60 бумажных пакетов размером 50 × 25 мм и насыпали в каждый по четверти грамма стерильного каолина. Затем в каждый пакет добавили по несколько капель суспензии, содержащей 10 миллионов спор на миллилитр, и полученную кашу тщательно размешали. После этого пакеты высушили при 70 градусах и запечатали в конверты.

Изготовленные таким способом образцы исследователи подвергали воздействию пучка электронов с помощью ускорителя ИЛУ-6. Они применяли дозы облучения от 1 до 400 килорэв. Чтобы узнать, какой эффект дает та или иная доза, после обработки порошок с бактериями разводили в стерильной воде и высевали на питательную среду. Оказалось, что доза в 10 кГр уже убивает достаточно много спор, от 20 кГр живых микробов не остается вообще, а при дозе 400 кГр начинается разрушаться бумага — она становится хрупкой.

На пальцы при касании может налипнуть до 50 мг каолина, однако кожа лучше защищена от проникновения заразы, чем легкие. Сколько каолина со спорами может вдохнуть человек? Чтобы узнать это, конверты с 4 граммами порошка разрывали, высыпали порошок на поднос и минуту собирали запыленный воздух на высоте 30 см с помощью насоса с фильтром. Эту операцию повторили трижды, после чего химически определили, сколько каолина осело на фильтре. По расчетам, за 2–4 спокойных вдоха человек получает 1–2 тысячные миллиграмма порошка. Исходя из этого, ученые рекомендуют облучать корреспонденцию дозой около 50 кГр. Впрочем, чтобы снизить вероятность заражения от одного письма до одного случая на миллион достаточно и 22 кГр. Для этого вполне пригоден ускоритель типа ЭЛВ, который выпускает Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера (Новосибирск). Эта установка весит около 10 тонн и ее можно разместить на 50 квадратных метрах. Для защиты персонала от излучения ускоритель изолируют полутораметровым слоем бетона.

Ускоритель электронов может обеззараживать только сравнительно тонкие объекты, поэтому при эксплуатации важно, чтобы письма лежали в один слой. По расчетам ученых, если автоматизировать укладку писем или удвоить персонал, который этим занимается, скорость сортировки почты останется в пределах норматива. Стерилизация же посылок и бандеролей — более сложная задача: для этого годятся только довольно опасные источники гамма-излучения. Однако биологи сомневаются, что вероятные террористы будут использовать для диверсий бандероли и посылки, и считают, что для защиты вполне можно обойтись ускорителем электронов.



ГЕМАТОЛОГИЯ

Раствор гемоглобина вместо крови

Современная медицина не может обойтись без переливания крови. Недостатки донорской крови общеизвестны, поэтому ученые разрабатывают ее заменители. Российские ученые из Института высокомолекулярных соединений РАН и Российского научно-исследовательского института гематологии и трансфузиологии (Санкт-Петербург) изобрели первый отечественный противошоковый кровезаменитель на основе гемоглобина.

Людей, потерявших много крови, можно спасти только одним способом — срочно сделать переливание. До недавнего времени больным переливали донорскую кровь или ее компонент — массу эритроцитов. Именно эритроциты, содержащие гемоглобин, переносят кислород. Донорской крови сейчас не хватает, к тому же она может быть заражена разными вирусами, а хранится всего 5–7 дней. Перед переливанием обязательно надо делать пробы на совместимость с кровью пациента, а после переливания бывают осложнения. Будущее хирургии во многом зависит от того, смогут ли ученые создать искусственные кровезаменители, способные переносить кислород. Подобные препараты можно делать либо на основе низкомолекулярных перфторорганических соединений (это, в частности, знаменитая «голубая кровь»), либо на основе природного белка крови гемоглобина. В Институте высокомолекулярных соединений РАН и Российском научно-исследовательском институте гематологии и трансфузиологии разработали геленпол — первый отечественный противошоковый кровезаменитель на основе гемоглобина.

При создании геленпола перед учеными встали две серьезные проблемы. Во-пер-

вых, гемоглобин сам по себе, вне эритроцита, плохо переносит кислород. Во-вторых, его молекулы, долго циркулируя в крови, необратимо повреждают почки. В естественных условиях гемоглобина в крови практически нет: когда эритроцит отработает свое и погибает, гемоглобин сразу попадает в печень, которая превращает его в билирубин и выводит из организма. Для решения этих задач гемоглобин пришлось модифицировать. Активный центр молекулы, регулирующий сродство гемоглобина к кислороду, ученые химическим путем заменили на аналог, увеличив таким образом эффективность переноса кислорода. Кроме того, несколько молекул гемоглобина сшили в одну. Такой полимер, содержащий от двух до шести молекул гемоглобина, уже не вредит почкам. Модифицированный (поликонденсированный) гемоглобин, как и его природный аналог, разрушается в организме и выводится естественным путем. Он не имеет групповой специфичности крови, и его можно вводить любому пациенту. К тому же он долго хранится в виде порошка, не теряя при этом своих свойств, и не переносит инфекций.

Поликонденсированный гемоглобин не только безвреден, но и эффективен. Он прекрасно проявил себя во время клинических испытаний. Его введение при больших потерях крови нормализует артериальное давление, улучшает кровоснабжение и кислородный режим организма и стимулирует кроветворение. Препарат не вызывает побочных эффектов, его переливание улучшает работу сердца и гемодинамику (текущие свойства крови как жидкости). На основе поликondenсированного гемоглобина ученые и создали кровезамещающий препарат геленпол, зарегистрированный Минздравом России.

ГЕНЕТИКА

Кефир защищает от мутаций

Замечательные способности некоторых бактерий защищать высшие организмы от генных и хромосомных мутаций изучают ученые из МГУ и Института общей генетики РАН. Выделяемые этими бактериями вещества подавляют действие мутагенов — природных и искусственных химических соединений, которые вызывают мутации.

Во всем мире ученые активно занимаются поиском антимутагенов — веществ, защищающих от мутаций. Но где их искать? Исследователи предположили, и их гипотеза подтвердилась, что большое ко-



личество антимутагенов находится во всех органах и биологических жидкостях, так или иначе связанных с воспроизведением себе подобных, — это ключевой момент жизненного цикла, на котором желательнее устранить нарушения в геноме. Антимутагены нашли в семенах, спорах, яйцах, семенной жидкости, а кроме того, выяснилось, что они образуются также в различных бактериях. Это откры-

тие привлекло внимание микробиологов, поскольку оно дает возможность получать и применять антимутагены, прежде всего в медицинских целях.

К замечательным бактериям, которые производят антимутагены, относятся полезные во всех отношениях молочнокислые и бифидобактерии. Их уже можно считать «одомашненными», поскольку они позволяют получать разнообразными молочные, мясные и специальные ферментированные продукты для людей и корма для животных. Бифидобактерии — основной компонент естественной микрофлоры кишечника. В процессе своей жизнедеятельности они выделяют молочную, уксусную и масляную кислоты, губительные для патогенных и гнилостных бактерий. Эти же кислоты образуются при брожении, осуществляемом молочнокислыми бактериями, например, в простокваше.

Эксперименты показали, что химические мутагены, выдержанные вместе с ферментированным молоком, теряли свои вредоносные свойства. Молочнокислые бактерии атакуют мутагены разными способами. Они выделяют, во-первых, белки-ферменты, во-вторых, молочную, масляную, уксусную и другие кислоты — и то и другое подавляет активность мутагенов. Некоторые молочнокислые бактерии обладают способностью химически связываться с мутагенами. Иногда бактериальные клетки действуют как антиоксиданты — удаляют свободные радикалы.

Из экспериментальных данных авторы делают вывод, что большая часть молочнокислых и бифидобактерий защищает геном от действия мутагенов в желудочно-кишечном тракте. Надо сказать, что мутагены часто проявляют себя так же, как канцерогены, то есть вызывают рак. Поэтому бактерии и выделяемые ими вещества защищают не только от мутаций, но и от рака. Ученые предполагают, что они могут также нейтрализовать вещества-канцерогены и задерживать рост уже образовавшейся опухоли. Это подтверждается как в экспериментах на крысах, так и медицинской практикой — медики считают, что у людей, принимающих ферментированные молочные продукты, реже возникает рак кишечника.

Еще одна группа полезных бактерий — пропионовокислые, которые применяют для производства лекарств, витамина В₁₂, в хлебопечении. Молочные пропионовокислые бактерии обитают в сыре и молоке, а кожные — на коже. Ученые установили, что эти бактерии также препятствуют разрушительному действию мутагенов.

Защитные свойства обнаружили и у кишечной бактерии — энтерококка. Находясь в кишечнике, она выделяет в окружающую среду белки, которые делают ДНК более устойчивой к повреждениям.

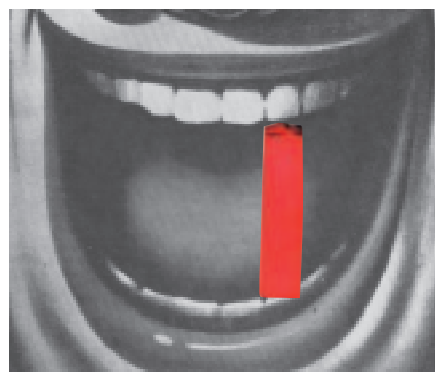
Замечательно то, что антимутагенные свойства бактерий универсальны. Это открывает возможность при помощи бактерий получать вещества с антимутагенными и антиканцерогенными свойствами. Их можно будет использовать для создания пищевых добавок и лекарств нового типа. А пока не стоит пренебрегать кефирами, йогуртами и бифидоками — они действительно полезны!

МИНЕРАЛОГИЯ

Коллекция минералов в наших зубах

Целую коллекцию минералов в зубах человека обнаружили ученые из Сыктывкара. Чаще всего в зубной ткани образуются кварц и апатит, что, возможно, связано с заболеваниями. Исследование поддержал Российский фонд фундаментальных исследований.

Более 200 постоянных и молочных зубов человека изучили минералоги из Института геологии Коми под руководством В.Катковой. Ученым было интересно узнать, какие камни есть в наших зубах. Все объекты исследования попали в институт из городских поликлиник, где их удалили у пациентов по медицинским показаниям. Ученые делали из зубов шлифы и рассматривали под микроскопом, а также применяли рентгеноструктурный и микрозондовый анализ. Так удалось установить, что минеральный мир наших зубов весьма разнообразен и насчитывает более десятка различных видов.



Организм человека — благоприятная среда для образования минералов. В разных органах и тканях чаще всего встречаются апатит, а в зубах, по данным сыктывкарских минералогов, преобладает кварц, его нашли в каждом втором зубе. В природе этот твердый, похожий на стекло минерал может образовывать огромные кристаллы красивой удлиненной формы. В тесном пространстве зуба ученые увидели только округлые зерна размером не более одного миллиметра, но все же это были настоящие кристаллы кварца, чаще — белые и прозрачные, реже — черные и розовые. Больше всего кварца в зубах с кариесом, но в одном здоровом резце с дефектом нашли около полсотни камней. Вероятно, этот минерал образуется в наших зубах не случайно, ведь почти у каждого человека есть пломбы, а современные материалы для этой процедуры делают на основе измельченного кварца. Скорее всего, пломбирочные массы служат благоприятной средой для кристаллизации другого минерала — апатита, второго по распространенности в зубах человека.

Апатит — очень полезный минерал, в нем много фосфора, и ради него мы разрабатываем огромные месторождения. Зачем апатит в зубах, пока неясно, но его натёки в форме кораллов или игольчатые кристаллики часто встречаются в дентине корневых каналов. То, что медики называют «дентиклами», оказалось также разновидностью апатита. Дентиклы — это круглые частички на стенках каналов и пульпы, они появляются как защитная реакция зуба на внедрение микроорганизма.

Помимо кварца и апатита в наших зубах есть и другие минералы. В цементе бывает увеллит — кальциевое соединение, в пульповой камере одного парадонтозного зуба нашли опал. А еще исследователи обнаружили зерна полевого шпата, самородное железо, арагонит, сидерит, акантит, гематит и графит. В местах разрушенной эмали гнездятся россыпи ромбических кристаллов витлопита — фосфата кальция. В дентине и пульпе кристаллизуются органические минералы — стеклоподобные шарики и цилиндры углеводородного состава.

В недрах зубов, покрытых металлической коронкой, накапливаются полиметаллические соединения с хромом, железом, цинком, оловом, никелем, висмутом — содержание последнего достигает порой 85% массы включения. Внутри здоровых зубов могут быть окарины с алюминием, железом, оловом и свинцом. Находят даже микрочастички самородных серебра и золота, редкоземельных элементов. На одном молочном зубе ученые к своему удивлению нашли агрегат кристаллов, более чем наполовину состоящий из алюминия.



Стоит ли тратить деньги на научные исследования? В развитых странах вряд ли может возникнуть такой вопрос. Там и власти, и граждане давно поняли, для чего нужна наука. Как ее поддерживают и чего от нее ожидают, хорошо видно на примере двух прибалтийских стран, Германии и Швеции, где побывал обозреватель нашего журнала **М.ЛИТВИНОВ**



Балтийский биотех

Прибалтийские земли не богаты полезными ископаемыми. Там почти нет крупных промышленных предприятий, да и население не так уж многочисленно. Однако местных жителей не устраивает положение бедных родственников в европейской семье. Из такого вступления (поскольку говорится о государствах развитых) читателю, наверное, уже ясно, что дальше речь пойдет о высоких технологиях.

Действительно, поддержка науки и наукоемких производств — не прихоть, а проверенный способ развития экономики и всего общества. Он позволяет решить сразу несколько задач. Если говорить о биотехнологиях, то новые сорта растений, новые лекарства, методы диагностики и лечения непосредственно улучшают жизнь, а иногда и спасают ее. Кроме того, так можно создать дополнительные рабочие места, уменьшить конкуренцию и безработицу в традиционных отраслях экономики, а в перспективе — увеличить поступление налогов. В общем, европейские власти

понимают, что биотехнологии — это окно в будущее и открывают его ученые. Сами же творцы нового мира получают возможность заработать на патентах и технологиях, а то и заняться производством. В любом случае это укрепляет престиж интеллектуальной деятельности. Различные доводы убеждают, что биотехнологии нужны и их следует всячески поддерживать.

В этой поддержке есть один существенный аспект, мало пока понятый в нашем отечестве. Для того чтобы что-то развивалось, оно должно быть принято обществом. Поэтому правительство, официальные организации, ученые и промышленники тратят немало усилий и денег на публичную политику, на объяснение того, какие выгоды жители государства получают от науки и современных технологий. Кроме того, рассказы о достижениях ученых и о том, как хорошо им работает в данном регионе, помогают привлечь талантливых исследователей и предпринимателей из-за границы.

Вот почему в начале сентября министерства экономики двух северных немецких земель, Шлезвиг-Гольштейн и Мекленбург — Западные Померания приняли группу европейских журналистов, в которую входил и я, и организовали посещение университетов, компаний и других организаций, занятых в разработке и внедрении новых технологий. Нашему вниманию предложили, главным образом, биотехнологии, как самую быстрорастущую, интересную и многообещающую отрасль современной промышленности. Поездка продолжилась в Швеции, в Лундском университете (там нас

принимала Шведская ассоциация научной журналистики), где мы тоже увидели и услышали немало интересного. В турне вместе со мной участвовала Елизавета Андреевна Понарина, первый заместитель главного редактора газеты «Поиск».

Мы побывали в компаниях и лабораториях Килья, Любека, Висмара, Грайфсвальда, Ростока, Лунда. Были и за городом: на фермах, на биотехнологическом заводе, где шел монтаж оборудования.

Никого, конечно, не удивит, что наука оснащена хорошо. Солидные здания, дорогие приборы, все аккуратно расставлено, не видно запасов всякой всячины на все случаи жизни — верный признак того, что ученым неведомы трудности со снабжением. Вряд ли где-нибудь в Западной Европе сохранились обшарпанные институты и лаборатории, забитые оборудованием 70–80-х годов выпуска.

Прочитанные нам лекции были хорошо подготовлены. По тому, как понятно и четко говорили ученые, чувствовалось, что они выступают часто, и не только на научных конференциях, но и на встречах с инвесторами, представителями власти, общественностью. Всюду раздавали буклеты и проспекты, ручки с названием фирмы. Во время лекций не бывало сбоев с компьютером, все докладчики хорошо объяснялись по-английски. Затем показывали лаборатории, производственные помещения, установки, продукцию. На вопросы отвечали охотно и вполне обстоятельно.

Не было слышно ворчания: «Привезли бездельников, работать меша-



1
Профессор
Хорст
Клиппман,
вдохновитель
и инициатор
ассоциации
«Биокон Вэлли»



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК



2
Бернд Ровер, министр экономики земли Шлезвиг-Гольштейн (слева), Ханс Ньюберт, президент немецкого общества популяризации науки и техники (справа) и европейские журналисты на ферме «Норддойче пфлангенцухт»

3
Установка для наблюдения за электрической активностью нейронов



ют», не было хмурых взглядов. Все понимали: журналисты тоже работают, и эта работа полезна для самих ученых. Если через газету, журнал или программу телевидения одна из ничтожек-контактов протянется от немецких или шведских лабораторий к лабораториям российским, ирландским или финским, может завязаться полезное сотрудничество.

На приемах, которые устраивали министерства, компании или университеты, никто не мешал подойти к министру, другому чиновнику или профессору и задать ему любые вопросы. Кстати, толп охранников не было видно ни рядом с министрами, ни в институтах, ни на улицах (фото 2).

Как науке помогают встретиться с производством

В Шлезвиг-Гольштейне инновациями руководит Министерство экономики, транспорта и технологий. В нем нет

специального подразделения, занимающегося биотехнологиями, и подобными вопросами ведает специальное контактное агентство при Центре переноса технологий в столице земли, Киле. Это как бы представительство министерства. Оно, прежде всего, организует коммуникационную сеть для всех заинтересованных, ведет базы данных об ученых, разработках, лабораториях, инвесторах и компаниях, помогает будущим или действующим предпринимателям установить контакты с властями, найти сотрудников, помещение, инвесторов, консультантов — все, что нужно, чтобы открыть перспективным разработкам дорогу в производство. Сотрудники агентства проводят также маркетинговые исследования и экономические консультации, оценивают риски, советуют, как написать бизнес-план.

Благодаря базам данных легко узнать, чем занимаются коллеги, легко объединиться с ними для работы. Даже небольшая фирма или группа

отлично знает рынок, представляет, чем она уникальна, почему никто в мире ее не заменит и, следовательно, почему она может продолжить свою работу. Конечно, иногда они ошибаются, но в конце концов продажа готового товара всех расставляет по местам. Если продукция небольшой фирмы расходуется по всему миру и теснит аналоги крупнейших конкурентов, значит, все просчитано точно.

Биотехнологам, как и другим новаторам, часто приходится нелегко. Сотрудник министерства говорил нам, что инвесторы, которые соглашаются вложить в традиционные отрасли производства 200 тысяч евро и ждать отдачи два-три года, не рискуют вкладывать в биотехнологии 500–700 тысяч на пять — семь лет. Риски там выше, а просчитываются они хуже. Именно поэтому начинающих поддерживает государство, которое таким образом решает социальные проблемы: появляются, как уже было сказано, новые рабочие места и новые источники налогов. В конце концов выгода от деятельности успешных компаний покрывает убытки от неудач, которых, конечно, нельзя избежать.

Биотехнологические новшества (например, те же трансгенные растения) публика в Германии принимает не менее настороженно, чем у нас. Значит, нужно объяснять, что ничего страшного новые технологии в себе не таят, что за их внедрением следят и не допустят нежелательных последствий. Для этого сотрудники центра проводят встречи ученых и предпринимателей с общественностью и журналистами.

В Мекленбурге — Западной Померании создали Корпорацию экономического развития, которая выделяет гранты на исследования, разработку и внедрение новых технологий (в том числе информационных), проводит технологическое консультирование, помогает регистрировать права на интеллектуальную собственность.

Сказанного, наверное, достаточно, чтобы понять, насколько тесны и разнообразны связи между теми, кто занимается наукой и внедрением новых



4
Доктор Х.Юнгханс
показывает
картофель
в оранжереях
фирмы «Норика»

технологий. Это и традиционно тесные контакты между лабораториями университетов и фирмами, которые нередко расположены в одном здании, и вновь образующиеся связи между учеными, промышленниками, финансистами.

В последние годы сети коммуникаций выбираются из отдельных регионов и охватывают несколько соседних. Так, ассоциация (ее еще называют форумом) под названием «Бэйту био» («залит для биологии») объединяет биотехнологов Шлезвиг-Гольштейна и Гамбурга. Некоторые их совместные проекты поддерживает федеральное Министерство науки. В Мекленбурге — Западной Померании в прошлом году зарегистрирована ассоциация «Биокон Вэлли», в которую входят не только научные организации, клиники и фирмы, но и финансовые учреждения. Они налаживают контакты с «Мэдикон Вэлли» — ассоциацией шведских и датских исследователей-медиков. Есть и еще более грандиозный план: охватить единой сетью всех биотехнологов Балтики. К проекту «Сканбалт» примкнули ученые Германии, Дании, Швеции, Финляндии, Польши, Литвы, Эстонии, Латвии. Наши, конечно, тоже могут принять.

Сельские заботы

Знакомство с проблемами и делами балтийских аграриев началось не в деревне, а в городе Киле. Несколько лет назад в местном университете открыли один из антибактериальных белков — дефензинов. Эти белки встраиваются в мембрану бактерии и образуют поры, через которые содержимое микроба вытекает наружу, после чего он гибнет. Открытие таких бел-

ков стало сенсацией: появилась надежда с их помощью победить возбудителей инфекций, устойчивых к антибиотикам.

Несколько человек из Кильского университета во главе с доктором М.Кляйне решили производить дефензин в промышленных масштабах в клубнях картофеля — сейчас это направление называется молекулярным фермерством. Они создали небольшую компанию «Плантон» с 17 работниками, которая разрабатывает все необходимые для этого технологии.

Ученые уже трансформировали картофель, то есть ввели в его геном конструкцию с геном дефензина. Они, кстати, надеются, что белок проявит себя уже в клубнях, защищая само растение от бактериальных болезней. Из картофеля дефензин можно будет выделять, чтобы готовить медицинские препараты. Получать такие лекарства с помощью растений во многих отношениях выгоднее, чем с помощью бактерий или культур животных клеток.

Мы побывали также на семейной ферме «Норддойче пфлангенцухт» (фото 2). Ее основал в 1897 году Ганс Лембке. Сын фермера, он получил среднее образование и некоторые агрономические навыки. А в двадцать лет стал владельцем собственной фермы, где рискнул разводить рапс. Успех начался с того, что Ганс Лембке отобрал на семена несколько особенно сильных и устойчивых растений, из которых получились новые сорта. Редко когда семейное предприятие держится так долго, однако династии Лембке это удалось, несмотря на жестокие военные встряски. Раньше ферма располагалась в Восточной Германии, недалеко от Висмара, но в 1945 году ее заняли советские войска и часть семьи пе-

ребралась на Запад. После воссоединения Германии воссоединилась и ферма.

Сейчас на предприятии работает около 130 человек. Там занимаются селекцией многолетних трав, в том числе кормового клевера. Но основная культура — рапс. Он неплохо растет в этих местах и дает хорошее пищевое и техническое масло. В «Норддойче пфлангенцухт» работают и над получением трансгенных сортов с измененным, более благоприятным для человека соотношением жирных кислот.

Следующая ферма была в Гросс-Люзевице, на территории бывшей ГДР. Это знаменитое хозяйство, где более полувека занимаются селекцией картофеля. В 1990-м году его приватизировали, и образовалась фирма «Норика» (фото 4), которая сберегла традиции предшественников и очень гордится ими. И не только гордится. Здесь, как и в других современных хозяйствах, применяют генноинженерные технологии. Разрабатывают, например, такой проект: сделать полностью окрашенные в фиолетовый цвет клубни и добывать из них краситель, который можно будет использовать как пищевой.

В Швеции, недалеко от Лунда, мы побывали на крупной семеноводческой ферме «Сваллеф Вейбул». Сорок процентов ее капитала принадлежит известной компании «БАСФ», а кроме того, обе эти фирмы организовали совместное предприятие «БАСФ плант сайенс», одно из отделений которого тоже находится в Сваллефе. Здесь выводят новые сорта разнообразных культур, растущих в северном климате: зерновых и масличных, кормовых трав, картофеля и овощей. У шведов тоже есть интересные трансгенные проекты, например такой: вывести сорта картофеля с разным крахмалом. Этот полимер состоит из двух фракций: ветвистой, амилопектина, и линейной, амилозы, у которых разное применение. Для изготовления бумаги используют амилопектин, а из амилозы делают пленки, которые плохо пропускают газы и быстро разлагаются в природе. С помощью таких пленок можно, например, защищать продукты от окисления кислородом. Если в клубнях выключить фермент, отвечающий за ветвление молекул, в них начнет накапливаться только амилоза. Уменьшив активность другого фермента, наращивающего линейные цепочки крахмала, можно получить картофель с амилопектином.

Стоит сказать, что комиссия Евросоюза уже который год рассматрива-

ет возможность коммерческого выращивания трансгенных растений в европейских странах и все никак не придет к положительному решению. Это решение неизбежно затронет интересы крупных химических концернов, производящих инсектициды и гербициды, и множества фермеров, привыкших жить на дотации. Выпустить на рынок новый товар и новые технологии, нарушающие сложившийся баланс, — дело непростое. Формально правительства стран могут отклоняться от общих рекомендаций, но не слишком далеко. На деле они ждут общих решений, и только затем будут вырабатывать свои.

Конечно, нельзя сказать, что ученые, разрабатывающие эти растения, и фермеры, готовые их выращивать, сидят сложа руки. Они делают, что могут: разрабатывают методики, получают и патентуют генные конструкции, создают и испытывают трансгенные сорта. Вот только свободно выращивать их и зарабатывать на этом пока нельзя. Приходится продавать семена, например, американцам или канадцам и с досадой подсчитывать упущенную выгоду, наблюдая за тем, как трансгенные растения получают зеленую улицу в развивающихся странах.

Медицинские технологии

Это направление привлекает к себе около 40% сил и средств. Какое ни взять современное направление, обязательно найдется группа, которая его развивает. Доктор Ф.Фандрих из Клиники общей и торакальной хирургии в Киле работает над тем, чтобы с помощью стволовых клеток «приучить» иммунную систему больного к пересаженному органу, не подавляя ее химическими иммунодепрессантами. Он

вводит крысам одной линии стволовые клетки другой, а затем пересаживает им сердце от тех же доноров, от которых взяты клетки. В результате сердце живет намного дольше, чем без введения стволовых клеток. Доктор О.Линдвал из биомедицинского центра при Лундском университете изучает, как при различных заболеваниях и травмах мозга восстанавливаются пораженные места и как это можно использовать для лечения.

Две фирмы из показанных нам занимаются очисткой крови. Компания «Биосерв» из Ростова разработала метод и аппаратуру для лечения аутоиммунных заболеваний. Кровь больного прокачивают через установку, где плазма отделяется от форменных элементов и проходит через сорбент, удаляющий иммунные комплексы (именно те, которые вызывают болезнь). Нормальные антитела и прочие компоненты крови при этом остаются на месте. Затем очищенную плазму снова соединяют с клетками и вводят больному.

Специалисты фирмы «Тераклин» (тоже из Ростова) создали установку «МАРС», которую они называют искусственной печенью (фото 5). С ее помощью можно спасти человека, если у него отказывает печень, например, при остром отравлении, и поддерживать его жизнь до ста суток. Иногда этого достаточно, чтобы произошла естественная регенерация печени больного или появилась донорская печень, годная для пересадки. Принцип похож на принцип диализа. Кровь вне тела пациента контактирует с мембраной, по другую сторону которой течет раствор. Токсины, растворенные в плазме, переходят в него, а токсины, связанные в крови с белком альбумином, проходят через мембра-



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

ну и связываются с альбумином, находящимся в растворе. Сейчас система проходит клинические испытания.

Есть и необычные проекты. Профессор Н.Гульднер из Клиники хирургии сердца в Любеке придумал, как сделать второе сердце, чтобы помочь ослабленному первому. (Пока такие операции проводили с козами, и они жили до четырех месяцев.) Из бедра вырезают часть вены и вшивают ее концами в аорту, формируя обходный путь. В этот сосуд вставляют клапаны, чтобы кровь текла только в одну сторону, как в обычном сердце. Затем из спины вырезают скелетную мышцу, не нарушая ее сосудов и иннервации, оборачивают вокруг нового сосуда и сшивают, так что получается что-то вроде муфты. Отсутствие мышцы на ее обычном месте не слишком ограничивает движения: она нужна лишь для того, чтобы отводить руку далеко назад и вверх, — без этого можно обойтись. За три недели до пересадки мышцу тренируют, поскольку скелетная мышца не приспособлена для такой длительной работы, которую приходится выполнять сердечной. К ней подсоединяют электростимулятор, она синтезирует дополнительные белки и становится намного более выносливой. Ее работой на новом месте тоже руководит стимулятор. Профессор Н.Гульднер трудится над этой идеей уже около 14 лет.

Микробиологическое производство

Самая первая биотехнологическая отрасль, микробиология, не только не утратила своего значения, но и завоевывает новые позиции. С помощью микроорганизмов сейчас производят не только антибиотики, витамины и аминокислоты, но и самые современные лекарства. Мы побывали на фирме «Стратман биотек АГ», названной так по фамилии владельца, где работают около сорока ученых: биотехнологи, биохимики, химики, молекулярные биологи.

5

Компания «Тераклин». Рабочее место для сборки установок «МАРС»

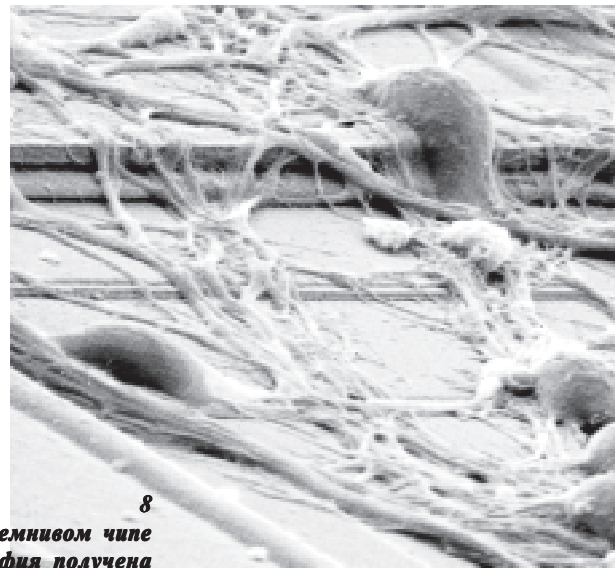




6
Завод «Стратман»



7
Заготовки для производства кремниевых чипов



8
Нейроны на кремнивом чипе (фотография получена в Центре изображения живых клеток)



9
Датчик измеряет поглощение света тканями пальца, чтобы определить, насколько гемоглобин насыщен кислородом

На фирме разрабатывают и производят в промышленных масштабах ДНК-вакцины, плазмиды (маленькие колечки ДНК с полезными генами) и самый главный товар, рекомбинантные белки: цитокины, интерлейкины, хемокины, нейротрофические факторы и другие регуляторы жизни клеток. Штаммы бактерий с генами полезных веществ фирма делает не только для собственных надобностей, но и на заказ.

В исследовательские лаборатории нас не водили, зато показали только что построенный завод наподолеку от города Дангельберга. Там заканчивался монтаж оборудования — ферментеров, трубопроводов и прочего (фото 6). Хозяин говорит, что его завод — один из самых современных в Европе. На нем несколько зон с разным уровнем стерильности, здесь будут соблюдаться стандарты ГМП (сокращение от английского слова сочетания, которе переводится как «хорошая производственная практика»). Для большинства российских производителей лекарств эти стандарты все еще остаются несбыточной мечтой. Штамм бактерий-проду-

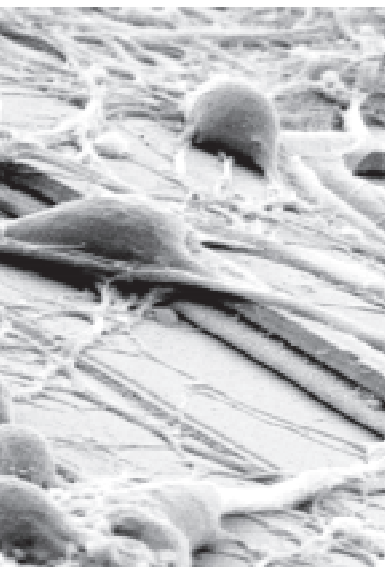
центов подращивают в небольших 20-литровых ферментерах, переносят в баки побольше — 200-литровые и оттуда, если надо, — в 2000-литровые. В них же подают питательную смесь, а из них отбирают культуральную жидкость с ценными веществами. Оттуда их будут выделять, очищать и продавать. Конечно, все параметры среды в ферментерах (температура, кислотность, состав) контролируются электроникой. Завод скоро запустят. Соблюдение стандартов ГМП на нем подтверждают не только немецкие, но и международные сертифицирующие органы. Продукция должны пойти во многие страны, поэтому на сертификации экономить нельзя.

При планировании завода возникли неожиданные трудности. Местные жители заволновались: как будут очищаться сточные воды? Не попадут ли в открытую воду трансгенные микробы? И хотя никаких страшных микробов никто разводить не собирался, пришлось обеспечить дополнительную стерилизацию сточных вод и проложить трубу до очистных сооружений близлежащего городка. После этого общественность успокоилась.

Немного техники

В Ростове, при Институте клеточной биологии и биотехнических систем, работает Центр изображения живых клеток. Здесь собраны разнообразные приборы, которые позволяют наблюдать за клетками, не убивая их, воздействовать на них лазером или веществами и регистрировать ответ.

Самая интересная работа связана с чипами (фото 3, 7, 8). Ученые берут кремниевый чип или стеклянную пластинку, пронизанную несколькими рядами электродов, так что они слегка выступают над рабочей поверхностью. На поверхность сажают мышинные эмбриональные клетки нервной ткани. Пластинка с электродами или чип служит дном камеры, в которую регулярно поступает питательная среда, омывает клетки и уносится, захватывая продукты обмена веществ. Нейроны живут долго, и не просто живут — сохраняют электрическую активность. Именно для ее регистрации и нужны электроды. Сигналы проходят через фильтры, усилители, оцифровываются и выводятся на компьютер, так что ученый может наблюдать



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

10
Доктор Петер Цеггел
показывает продукцию
фирмы «ДОТ» —
титановые
имплантаты
для зубных протезов.
На стенде продукция
фирмы

за ними, снимать нужные ему характеристики и проводить необходимые расчеты.

Светящиеся кривые на мониторе рассказывают, например, о том, как влияют на жизнь нейронов различные вещества, вводимые в камеру. Одни из них возбуждают нервные клетки, другие — угнетают, третьи могут убить. Понятно, что знать это полезно тем, кто исследует действие на организм различных лекарств или токсинов.

А с помощью силиконовых чипов можно измерить pH среды, содержание кислорода и другие параметры, по которым можно судить о жизни разнообразных клеток.

Показывали нам и технологии, лишь косвенно относящиеся к биотехнологиям. Компания «Энвитек» делает датчики для определения кислорода (они нужны врачам-реаниматологам и физиологам) и этанола — тут потребители понятны. Для медиков делают также датчики, определяющие степень насыщения гемоглобина кислородом (фото 9).

Фирма «ДОТ» из Ростова специализируется на том, что наносит различные покрытия на металлические заготовки. Ее конек — имплантаты костей и другие металлические изделия для медицины: шурупы, гвозди. (фото 10). На титановые заготовки, например, напыляют титан в плазмен-

ной установке, чтобы поверхность заготовки стала шершавой и к ней легче прикреплялись клетки и белки соединительной ткани. В других случаях нужна гладкая поверхность из нитрида титана или биосовместимая, из фосфата кальция — на последнюю быстрее нарастает естественная кость. «Все на свете имеет поверхность», — написано в проспекте компании, однако решения ее инженеров поверхностными не назовешь. Они основаны на тщательном изучении физико-химических процессов, происходящих при осаждении разных материалов на поверхность заготовки.

Обе фирмы очень точно нашли свою нишу на мировом рынке и успешно продают свои изделия. Некоторые из их технологий и товаров уникальны.

Биотехнологи идут в море

В лаборатории «Ганомидин» в Грайфсвальде изучают морские грибы (и такие есть в природе, см. «Химию и жизнь», 2002, № 8) и сине-зеленые водоросли, которые сейчас называют цианобактериями. Эти организмы освобождают себе жизненное пространство, выделяя во внешнюю среду антибиотики, уничтожающие бактерии, поэтому они, начиная со знаменитого пенициллина, остаются главным источником антибактериальных веществ. До этого новый анти-

биотик ганомидин выделили из трутовика *Ganoderma pfeifferi*, а теперь поиски продолжаются среди организмов новой группы. Возможно, из-за того, что земные бактерии не встречаются с морскими грибами, антибиотики из гидробионтов окажутся более эффективными, и патогенные микробы не смогут выработать к ним устойчивость. Как сейчас водится, гены ферментов, производящих эти антибиотики, будут найдены и клонированы (встроены в ДНК бактерий). Это позволит набирать ценные вещества в обычных бактериях (*E. coli* или *B. subtilis*) на стандартной питательной среде.

Кроме того, в Институте морской биотехнологии при Университете Грайфсвальда ищут ферменты, приспособленные к холоду. Учитывая, что множество существ живет в полярных морях и в глубинах Мирового океана, это направление очень перспективно. Ученые уже научились получать активную при низких температурах альфа-глюкозидазу, нужную для переработки сахаров. Ожидают, что использование таких ферментов позволит экономить электроэнергию (реактор не нужно нагревать), а реакцию легко можно будет остановить, повысив температуру смеси. Выгода еще и в том, что при низкой температуре в реакторе не так быстро растут патогенные или просто посторонние микроорганизмы, медленнее улетучиваются различные вещества, например ароматические. Это может быть очень важно в пищевом или косметическом производстве.

Наглядевшись на то, чего добились заграничные биотехнологи, конечно, хотелось бы посоветовать что-то полезное нашим. Вот только вряд ли можно выделить несколько ключевых моментов, которых было бы достаточно, чтобы все пошло как по маслу. Наверное, нужны не только деньги, более простая бюрократическая машина, законы и налаженная инфраструктура.



Звезды- курильщики

*H. Imai et al., «Nature»,
2002, v.417, p.829*

Когда в звезде средних размеров (вроде нашего Солнца) подходят к концу запасы водорода, из которого синтезируется гелий, она начинает превращаться в красного гиганта, расширяясь в сто и более раз. Из внешних слоев разбухшей звездной атмосферы выбрасывается газ, облако которого образует так называемую планетарную туманность (поскольку подобное облако, если его наблюдать в не очень сильный телескоп, имеет сходство с планетой).

Туманность состоит из центральной звезды (обычно белого карлика), в которой продолжаются ядерные реакции, и окружающей ее газовой оболочки. Детальные изображения нескольких таких объектов дал телескоп «Хаббл» (см. фотoinформацию в «Химии и жизни», 1996, № 1–3). Одна из загадок, над которой ломают головы астрономы, — почему эти облака сферически несимметричны и в них часто имеются как бы два лепестка?

Выброс звездой тех или иных молекул можно регистрировать спектроскопически. Излучение ионизированного газа, усиленного из-за мазерного эффекта в космосе, принимается наземными антеннами, и особую роль тут играет распределенный радиотелескоп VLBA (The Very Long Baseline Array) — единая система из десяти антенн, разнесенных по всей территории США, то есть интерферометр со сверхдлинной базой. Его разрешающая способность в тысячу раз выше, чем у любого оптического телескопа (оптический прибор с таким разрешением позволил бы читать газету, удаленную на сотни километров).

Японские астрономы наблюдали планетарную туманность W43A, которая находится еще в стадии формирования. Используя VLBA, они сумели с высокой точностью — в 200 раз большей, чем с помощью «Хаббла», определить пространственное распределение областей с сильно излучающим ионизированным газом (фиксировали спектр молекул воды). Оказалось, что из красного гиганта выходят две противоположно направленные струи газа, скорость которого 150 км/с. Эти струи искривлены — возможно, из-за того, что на них оказывает влияние магнитное поле стареющей звезды.

Такой сферически несимметричный выброс газа и приводит к облаку со сложной морфологией. Теперь необходимо построить теорию этого явления.

Эйнштейн был бы рад

Одно из самых интересных направлений современной физики — исследования газобразного бозе-эйнштейновского конденсата (БЭК), в прошлом году отмеченные Нобелевской премией (лауреатами стали Э. Корнелл, К. Вайман и В. Кеттерле — см. «Новости науки» в № 1 за этот год). БЭК не только позволяет наблюдать необычные квантовые эффекты, но и, как ожидают ученые, будет иметь важные приложения, прежде всего станет основой излучателя когерентных волн материи (атомного лазера).

Группа Кеттерле в Массачусетском технологическом институте работает над созданием такого лазера непрерывного действия. Проблема в том, чтобы обеспечить пополнение БЭК новыми атомами по мере того, как уже полученный конденсат будет расходоваться на излучение. Поэтому исследователи решили использовать не одну камеру-ловушку для конден-

сата, а две — первая служит накопителем, а вторая излучателем атомов. В накопителе газ охлаждается почти до абсолютного нуля и образует БЭК, после чего это облако перегоняют во вторую камеру, откуда организуют его направленное излучение; в это время в накопителе создается новый конденсат. Оказалось, что оба облака (в накопителе и излучателе) можно объединять, сохраняя когерентность атомов в них. Значит, таким способом атомный «пулемет» удастся снабжать «патронами».

Пока БЭК получают из атомов, но если бы он состоял из молекул, то, учитывая их разнообразие и богатство свойств, на взаимодействиях между ними в конденсате можно было бы строить квантовые компьютеры. Однако получить БЭК из молекул очень трудно — ведь чем тяжелее частицы, тем более низкая температура требуется для их конденсации (их волны де Бройля должны перекрываться, а длина волны обратно пропорциональна импульсу частицы). Молекулы необходимо охладить до 10^{-7} К, но лазерным лучом тормозить их сложно, поскольку в них много внутренних степеней свободы, по которым распределяется полученная от столкновений с фотонами энергия.

Группа Ваймана из Национального института стандартов и технологии (штат Колорадо) пошла другим путем: они сначала создают конденсат из атомов рубидия, а затем, вызывая их столкновения, пытаются получить из них молекулы. Для этого на них подают точно рассчитанные лазерные импульсы. В результате возникают как пары связанных отдельных атомов, так и двухатомные молекулы, причем это будет не смесь тех и дру-



гих объектов, а их квантовая суперпозиция, то есть одновременно и то и другое.

Тут открывается и новая область химии — ультрахолодные взаимодействия атомов и молекул на чисто квантовом уровне, когда тепловое движение не будет мешать их изучению («Nature», 2002, v.417, p.529).

Одноатомные транзисторы

J.Park et al., «Nature», 2002, v.417, p.722; W.Liang et al., p.725

Другое бурно развивающееся направление — наноэлектроника, где одна из задач — создание транзистора, активным компонентом которого служат единичные атомы переходных металлов. Американские специалисты сумели получить нужный эффект на одном атоме кобальта (первая статья) и двух атомах ванадия (вторая статья).

Атомы Co и V они встроили в органические молекулы, служащие матрицами, которые крепились между двумя электродами (расстояние между ними всего 1–2 нм, поэтому создание такой конструкции потребовало изощренных методов нанотехнологии). Параллельно этой матрице исследователи расположили управляющий электрод-затвор и добились того, что изменение потенциала на нем управляло током между основными электродами (исток и сток). Затвор регулирует степень ионизации атома металла, а возникающие в ионе вакансии заполняют электроны с катода; затем они перескакивают на анод, а им на смену приходят новые электроны. Иначе говоря, происходит как бы рассеяние электронов на атоме.

В таком транзисторе наблюдают и тонкие спиновые взаимодействия — когда спин электрона-гостя влияет на спины электронов-хозяев и вызывает их измене-

ния (эффект Кондо), что сказывается на величине тока между электродами.

А может быть, тут лучше использовать не просто органические «болванки» со встроенными в них атомами металлов, а уже отработанные биологической эволюцией металлоферменты? Ведь, скажем, белки дыхательной цепи предназначены именно для переноса электронов. Гибриды нано- и биотехнологии уже доказали свою перспективность при разработке сенсоров и анализаторов, солнечных батарей, систем хранения и обработки информации.

Как строится кристалл

S.J.Liu et al., «Applied Physics Letters», 2002, v.80, p.3295

Рост кристалла из затравки определяет простой принцип — атомы двигаются по поверхности образца и находят для себя энергетически выгодные положения. Но лишь в последние годы удалось (с помощью зондовой микроскопии) детально разобраться в этом процессе и предложить для него хорошо разработанную теоретическую модель.

Если бы атомы, попавшие на плоскую поверхность, вели себя как шарики на столе, то при достижении ее границы они скатывались бы на нижележащий слой. Однако, подойдя к краю ступеньки, атомы замедляются, поскольку встречают потенциальный барьер: ведь в момент спуска их связи с соседями ослабевают (этот барьер называют двумерным). Похожая ситуация возникает и при движении атома вдоль стенки, если он встречается в ней излом, — поворот за угол тоже требует дополнительной энергии (одно-

мерный барьер). Наконец есть и трехмерные барьеры, когда атому предстоит сигануть с одной террасы на другую (высота ступеньки — несколько атомных слоев); обычно для этого им требуется больше энергии, чем в случае двумерного барьера, то есть при спуске на один атомный уровень.

Поэтому атомы, попав из маточного раствора на какую-то плоскость, не любят сходить с нее, а также огибать на ней углы. Это приводит к зигзагообразным границам каждого слоя и к формированию новых слоев — атомы поднимаются вверх, как бы строя пирамиду. Теперь, определив величины всех этих потенциальных барьеров для того или иного типа атомов и зная строение затравки, можно будет предсказывать ход роста кристалла, и компьютеры воспроизведут его на экране монитора.

Баланс гемоглобина

A.J.Kihm et al., «Nature», 2002, v.417, p.758

Гемоглобин — это V.I.P. (Very Important Protein), поскольку ответствен за дыхание. Он связывает в легких кислород, а затем в тканях обменивает его на углекислый газ. Гемоглобин представляет собой комплекс из четырех субъединиц белка глобина с гемовыми группами (в каждую из них входит один гем). У взрослых людей в норме он состоит из двух альфа- и двух бета-глобиновых цепей (структура HbA). Чтобы синтезировать такой комплекс, клетка должна соблюдать баланс в производстве обоих видов глобина, но поддержание нужной стехиометрии осложняется тем, что гены альфа- и бета-цепей расположены на разных хромосомах, причем на каждый ген бета-глобина приходится два гена альфа-глобина.

Нарушение баланса приводит к неправильным комплексам, вызывающим пато-

логии. Если есть избыток бета-глобина, то он способен сам, без участия альфа-глобина, формировать тетрамер (его обозначают HbH); такая структура присоединяет кислород, но не отдает его в тканях, то есть бесполезна. А если будет избыток альфа-цепей, то они образуют агрегаты, повреждающие эритроциты (о болезнях, связанных с белковыми агрегатами, мы недавно писали — см. «Новости науки», 2002, № 10). Недостаток бета-цепей из-за врожденного, генетического дефекта приводит к анемии, называемой бета-талассемией, с которой борются, пересаживая пациентам костный мозг.

Было известно, что в норме эритроциты синтезируют немного больше альфа-цепей, чем бета-, но оставалось неясным, почему этот избыток не причиняет им вреда. Теперь биохимики из Пенсильванского университета разобрались в этом вопросе. Они выяснили, что клетки одновременно с синтезом глобинов производят и белок AHSP (Alpha-Haemoglobin Stabilizing Protein), который связывает альфа-глобин, но не бета-глобин. Избыточные альфацепи образуют соединения с этим белком, который не дает им слипаться друг с другом. Но если рядом с ними оказываются бетацепи, то белки AHSP освобождают пленников, давая им возможность образовать со своими партнерами нормальный тетрамер. Иначе говоря, AHSP служит для гемоглобина шапероном (см. «Химию и жизнь», 1994, № 7), предохраняющим альфа-цепи от нежелательных связей.

Этот вывод исследователи подтвердили тем, что, когда генно-инженерным методом в эритроцитах мышей вызвали недостаток белка AHSP, в этих клетках стали возникать повреждения от образующихся из альфа-цепей агрегатов. Авторы работы считают, что теперь открываются новые возможности в лечении некоторых болезней крови.

Подготовил
Л. Верховский

*Доктор химических наук
К.А.Солнцев режет
керамическим ножом
бумагу
столь же легко,
как масло*



С.М.Комаров

Керамические кружева

Перекресток трех путей

Обычно керамику делают так. Сначала смешивают порошки оксидов или других неорганических веществ. Потом делают из них заготовку будущего изделия, например экструдированную, то есть продавливают сквозь отверстие с замысловатой конфигурацией, либо прессуют в пресс-форме. Далее заготовку спекают при высокой температуре и получают керамический монолит. И зачастую, особенно если частицы порошка были крупными, микроструктура оказывается неоднородной: в ней есть поры и крупные зерна. А чем больше зерно в материале, тем длиннее в нем может получиться дефект и, стало быть, тем больше шансов у готового материала

разрушиться. Поэтому материаловеды-керамисты двигаются ко все более мелким частицам. Самый перспективный способ борьбы с дефектами микроструктуры — добавлять в смесь совсем маленькие частицы порошков диаметром в несколько нанометров.

У материаловедов, которые занимаются жаропрочными сплавами, путь совсем другой. Они всячески стараются уберечь металл от действия кислорода. Иначе вместо красивого, блестящего монолита получится рыхлая окалина. Чтобы избежать окисления или хотя бы замедлить его, в сплав добавляют вещества, которые образуют плотную пленку и препятствуют диффузии кислорода и ионов металла сквозь нее. Например, в железные

сплавы добавляют хром и алюминий или наносят на изделие жаростойкое покрытие.

И довольно долго никому не приходило в голову пойти по третьему пути: не измельчать порошок в пыль и не защищать большой кусок металла, а целиком превратить его в оксид и сразу получить керамическое изделие. Этот путь случайно обнаружили наши химики.

Кусочек сгоревших сот

В начале девяностых годов одновременно несколько отечественных институтов занялись проблемой изготовления катализаторов для дожигания выхлопных газов. Дело в том, что в большинстве развитых стран к тому



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

то есть вместо защиты металла от окисления стали его окислять как можно полнее — и в наших руках оказалась новая технология».

Оксид в физико-химическом интерьере

Химическая реакция в твердом теле весьма отличается от той, что идет в жидкости или в газе: скорость притока материала к месту реакции сильно сказывается на ее результате. При окислении возможны два принципиально разных сценария. Согласно первому, рост пленки оксида определяет диффузия ионов кислорода сквозь нее. Тогда в предельном случае получается, что пленка растет внутрь, замещая собой металл. В результате размер объекта не должен изменяться. Это ни к чему хорошему не приведет: решетки металла и его оксида, как правило, сильно различаются; объем оксида оказывается значительно больше, и изделие из-за напряжений разрушится.

По второму сценарию все определяет диффузия ионов металла сквозь пленку — оксид нарастает на поверхности, а металл изнутри как бы испаряется. По окончании процесса на месте металла остается пустота. В этом случае разрушение изделия не угрожает: если скорость роста не очень велика, молекулы оксида будут укладываться плотно, пленка получится не рыхлой, а монолитной и напряжения не возникнут.

При правильном подборе температур удается создать такой промежуточный вариант, при котором возникают встречные потоки металла и кислорода, в результате чего ни пустоты не образуется, ни напряжения не возникают. То есть получается изделие из монолитного оксида металла. С учетом всех особенностей технология получила название — «окислительное конструирование тонкостенной керамики», сокращенно — ОКТК.

Регулируя скорости диффузии, технологи ухитряются творить с материалом настоящие чудеса. Например,



Тонкостенная керамика ИФХ ПЧМ

Керамика, полученная экструзией (вверху) не может быть столь же ажурной, как тонкостенная (внизу)

времени были установлены жесткие нормы на выбрасывание в окружающую среду загрязняющих веществ. Одна из таких норм гласит: все автомобили должны быть оснащены катализаторами, которые превращают выхлопные газы в безопасную смесь азота, углекислого газа и водяного пара. Поскольку в конце периода перестройки большинство российских ученых были убеждены, что в институтах и лабораториях имеется немало готовых к внедрению химических технологий и все дело лишь в бюрократических преградах, которые после 1991 года наконец-то пали, многие решили попробовать внедриться на зародившийся и весьма перспективный рынок. Одну из таких попыток предприняли в Институте общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова под руководством академика Ю.А.Буслаева.

Сначала преобразующий газы катализатор добавляли непосредственно в топливо. Впрочем, довольно скоро выяснилось, что эти добавки хоть и уменьшают содержание вредных газов в выхлопе, но эффект слишком мал: на него нельзя всерьез рассчитывать. Тем не менее частички катализатора оседали на стенках выхлопной трубы, и через некоторое время выхлоп становился чище. После этого катализатор стали наносить на металлическую конструкцию в виде сот. Поскольку нержавейка ученым показалась слишком дорогой, опыты ставили с обычной конструкционной ста-

лью. Иногда режим работы испытательной установки нарушался, например температура выхлопных газов оказывалась больше, чем положено, и сотовая конструкция сгорала.

И однажды, разбирая очередной сгоревший нейтрализатор газов, ученые обнаружили маленький, размером с кончик пальца, кусочек, который не рассыпался у них в руках, а его строение повторяло исходную металлическую сотовую конструкцию. Как потом выяснилось, на этом участке сложились такие условия, что металл сотовой конструкции окислился полностью и получился прочный сотовый монолит оксида железа. То, что внутри не осталось даже тоненькой прослойки металла, — очень важно: коэффициенты теплового расширения металла и оксида сильно различаются, поэтому при охлаждении эти вещества деформируются в разной степени. Возникшие при этом напряжения обязательно разрушили бы и без того хрупкий оксид.

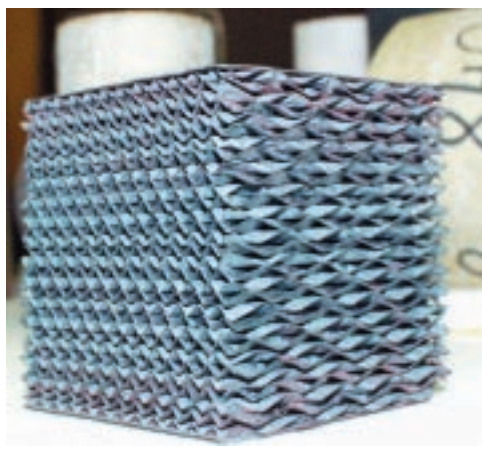
«Мы очень внимательно изучили этот плотный кусочек сотовой керамики, — вспоминает руководитель работы, директор Института физико-химических проблем керамических материалов РАН доктор химических наук К.А.Солнцев. — И когда поняли, в чем тут дело, стали подбирать условия окисления, которые возникли внутри выхлопной трубы. А кроме того, вместе с американскими коллегами изучили патентную литературу. К нашему удивлению, никаких упоминаний об окислении металла и получении при этом монолитной керамики мы не встретили. Образно говоря, мы первыми довели абсурд до конца и получили положительный результат,



**Ученые ИФХ ПЧМ
обсуждают пути
диффузии кислорода**



**Керамические стенки
повторяют укладку
фольги**



если на металлической пластинке нарисовать систему линий, то есть нанести изящные, микронной толщины и ширины, прослойки из другого металла, то под ними диффузия будет идти не так, как рядом. В результате можно добиться того, чтобы пленка над линией росла по второму сценарию, а рядом с ней — по первому. После окончания окисления получается керамическая пластинка с системой каналов микронного диаметра. Подобные пластинки могут стать базой микромеханических устройств — роботов микронных размеров, которые возьмут на себя, например, уход за большими устройствами вроде человеческого организма.

Соты микронных ячеек

Идея формировать микронные каналы с помощью технологии ОКТК, созданной в Институте физико-химических проблем керамических материалов РАН — это задел на будущее, а на магистральном пути — сотовые конструкции из тонкостенной керамики.

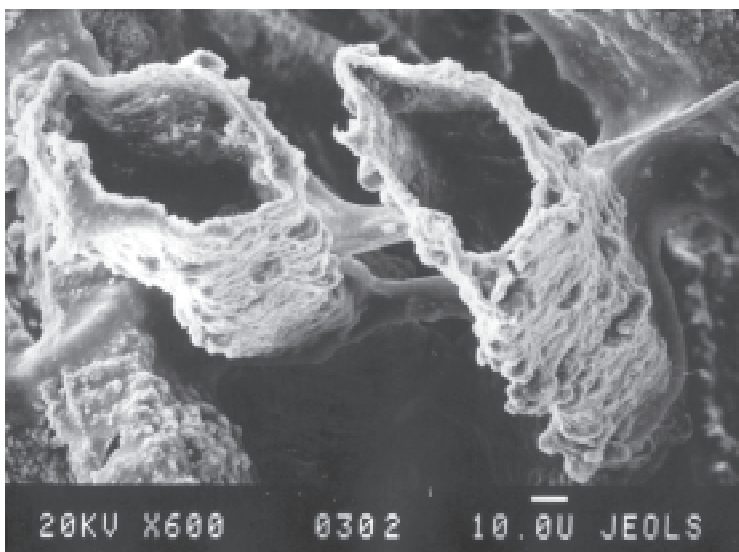
В общем-то сжиганием полоски микронной металлической фольги вряд ли кого-то удивит, поскольку

единственное, что можно сделать с получившейся пластинкой оксида, — размолоть в мелкий порошок. Другое дело готовая конструкция, прототип которой изготавливают из мягкого и податливого металла, а после окисления получается твердая керамика той же формы. Пример такой конструкции — носитель для катализатора. Чтобы его сделать, лист фольги гофрируют, накладывают на него плоский лист и все вместе сворачивают в рулон. Получается что-то вроде гофрокартона для упаковки хрупких вещей. На этом этапе главное — правильно организовать стыки: между ними обязательно должен быть зазор, но его величина строго определена. Если пленка оксида окажется слишком тонкой, монолит не сформируется, если же излишне толстой — напряжения ее разрушат. Потом следуют нагрев в печи и ступенчатая термическая обработка: время от времени температуру изменяют и выдерживают изделие при ней ровно столько, сколько нужно, чтобы диффузия металла и кислорода шла так, как задумано. Затем бережное охлаждение, при котором тепловое расширение ничего не разрушает, — и из печи достают ажурный керамический ци-

линдр. Таким способом получается оксид любого металла, если он не испытывает полиморфных превращений: как правило, кристаллические решетки, свойственные одному и тому же оксиду при разной температуре, настолько отличаются друг от друга, что попытка перейти от одной структуры к другой вызывает большие напряжения и все разрушается.

Самое главное достоинство метода в том, что конструкцию можно собирать из любых элементов. При экструзии этого нельзя сделать в принципе — там действуют свои законы: например, все стенки у конструкции должны быть параллельны. Типичный пример конструкции, не поддающейся экструзии, — теплообменник, в соседних слоях которого каналы направлены перпендикулярно друг другу. Другой пример — теплообменник типа «ласточкин хвост»: в нем каналы расположены под углом. Да и тонкие, в полсотни микрон, стенки носителей для катализаторов экструдировать тоже весьма трудно.

«Катализ выхлопных газов развивался следующим образом, — рассказывает К.А.Солнцев. — Сначала катализатор наносили на шарики, которые засыпали в емкость. Эффектив-



*Эти трубочки
получились
из проволочки*



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ность такого устройства оказалась невелика, поэтому инженеры перешли к сотовым конструкциям. Сначала в них было 200 отверстий на квадратный дюйм, а стенки толщиной в 200–300 мкм. Потом для обеспечения стандарта «Евро-2» понадобился блок, в котором было 350–400 отверстий на дюйм, а толщина стенок сократилась до 130 мкм. Однако теперь и этого недостаточно, для «Евро-3» понадобится 600–800 отверстий на дюйм. А стенка должна стать совсем тонкой, 50 мкм. С помощью ОКТК можно легко выполнить этот стандарт: по нашей технологии уже сейчас удастся делать до 1000 отверстий на дюйм со стенкой 50 мкм толщиной».

Как ни странно, ажурное изделие со стенками толщиной в волос оказывается весьма прочным. Дело в том, что трещина не выходит за пределы соседнего отверстия: чем больше отверстий, тем меньше их размер, а стало быть, меньше длина и соответственно мощность возможной трещины. Получается легкий, компактный носитель, которому и 1000°C не помеха, — то, что нужно для современной техники. В институте есть опытное производство, на котором делают такие носители сотнями штук в год, но эта технология, при наличии заказа, легко становится промышленной.

Керамические ножи и проволока в мотках

Тонкую керамику можно делать не только окислением фольги. Она так же получается из проволоки микронной толщины и служит для создания совсем другой конструкции — керамического войлока. Этот материал, устроенный подобно фильтровальной бумаге, чистит загрязненные и раскаленные, с температурой около 600–800°C, газы.

А необходимость очищать загрязненный газ возникает довольно часто, и в самых разных областях человеческой деятельности. Это и сжигание мусора, и приготовление пищи в большом количестве, скажем на фабрике, где делают чипсы, и газы промышленного производства, и даже столь экзотическое дело, как добыча драгоценных металлов из дыма вулканов (см. «Химию и жизнь», 2002, № 8). В любой из этих ситуаций нужно иметь волокнистый материал из оксида, например алюминия. Для этого синтез оксида проводят по второму сценарию, и на месте микронной проволочки формируется микронная трубочка.

Есть у исследователей, занимающихся монолитной керамикой, хоть и неприкаянное, но любимое дитя. Это толстая керамика, полученная тем же окислительным конструированием. Оказывается, таким способом удается делать монолитные пластинки толщиной до десяти миллиметров. Их, в отличие от пластин микронной толщины, уже можно изучать принятыми для керамических материалов методами. Такое исследование было проведено, и оказалось, что по своим акустическим, электрофизическим и механическим свойствам керамика ОКТК совсем не похожа на порошковую. Например, она звенит почти как металлическая пластинка того же размера. В ней совсем мало пор, трещин и всего того, что обычно присутствует в керамическом материале.

Кроме того, выяснилось, что молекулы в ней ориентированы в пространстве отнюдь не случайно: из-за того что диффузия идет вдоль определенных кристаллографических направлений, решетки во всех участках пленки ориентированы сходным образом. Так, если монокристалл анизотропен и характеризуется тремя

кристаллографическими направлениями, а поликристаллические и аморфные вещества изотропны, их удастся охарактеризовать одним параметром, то материал ОКТК двумерен. У него есть два направления с различающимися свойствами: вдоль направления роста и перпендикулярно ему. Этим можно воспользоваться, например, заточить пластинку вдоль какой-нибудь плоскости с плотным расположением атомов. Получается прекрасная режущая кромка, которая совсем не тупится. Даже спустя несколько лет после изготовления керамический нож режет бумагу столь же легко, как стальной нож — масло. А неприкаянным это дитя остается потому, что ученые пока не придумали, как такую керамику можно использовать. В самом деле, не мастерить же из нее ножи, наподобие обсидиановых лезвий древних индейцев. Все-таки металлический режущий инструмент нам привычнее, а затачивать керамику очень непросто.

Ученые понимают, что они открыли только первую страницу обширнейшего нового направления в керамических материалах, где, казалось бы, хорошо известные соединения приобретают новые свойства, а многообразие комбинаций исходных металлов и сплавов позволяет надеяться на получение многочисленных новых материалов и сложнейших керамических изделий из них.



В канун 1960 года на рождественском обеде, устроенном американским физическим обществом в Калифорнийском технологическом институте, знаменитый физик-теоретик Ричард Фейнман прочитал лекцию о некоторых перспективах развития физики. Предлагаемые Фейнманом идеи были настолько неожиданными и парадоксальными, что кто-то из слушателей даже спросил: «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман?» (Позднее эта фраза стала названием его известной книги.) Но примерно к началу 90-х возникло и стало развиваться целое научно-техническое направление, позднее названное нанотехнологией (строго говоря, его следовало бы называть просто «квантовой технологией»).

К сожалению, из-за большого объема выступления Фейнмана мы печатаем перевод с сокращениями (они относятся к технически уже решенным проблемам фотолитографической записи, миниатюризации компьютеров и т. п.).

Лекция Фейнмана в оригинале называется «There's Plenty of Room at the Bottom». Английское слово «room», помимо общеизвестного «комната, место, пространство», имеет также значение «возможность, шанс», так что заголовком можно было бы перевести как «Внизу полным-полно места и возможностей».

Эта лекция представляет собой редкий случай практически безошибочного научного прогноза (например, названная им «дикой» идея создания крошечных, заглатываемых или имплантируемых медицинских аппаратов на наших глазах превращается в одно из интереснейших направлений диагностики и терапии).



Внизу ПОЛНЫМ-ПОЛНО места:



Художник Н. Краштин



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Мне всегда казалось, что многие физики-экспериментаторы завидуют ученым вроде Каммерлинг-Оннеса, тем, кому посчастливилось открыть новую область (в данном случае физику низких температур), которая в определенном смысле бездонна, то есть в ней исследователь может бесконечно опускаться вниз, переходя ко все более низким значениям рассматриваемого параметра (например, температуры). Обычно эти ученые надолго остаются лидерами в открытой ими области, получая временно преимущество монопольного изучения целого класса новых физических явлений. Ярким примером такой деятельности может служить судьба Перси Бриджмена, создававшего установки для достижения все более высоких давлений и непрерывно открывавшего новые явления и новые применения обнаруживаемых закономерностей. Аналогичная ситуация складывается в высоковакуумной технике, где стремятся достичь все более высокой степени разреженности.

Мне хочется обсудить одну малоизученную область физики, которая представляется весьма важной и перспективной. Она отличается от других направлений тем, что почти не связана с фундаментальными проблемами физики (то есть в ней не решают проблемы вроде: «Что представляют собой странные частицы?»). Ее можно сравнить скорее с физикой твердого тела, где исследуют множество странных, но чрезвычайно важных и полезных эффектов, происходящих в сложных системах и неожиданных ситуациях.

Я хочу рассмотреть проблему контроля и управления строением вещества в очень малых масштабах. Обычно, стоит мне заговорить на эту тему, как коллеги начинают рассказывать о достижениях миниатюризации, об электродвигателях размером с ноготок или об устройствах, позволяющих записывать текст «Отче наш» на булавочной головке. Сразу отмечу, что все эти достижения кажутся мне пустяковыми и примитивными по сравнению с задачами, которые я буду обсуждать. «Внизу» располагается поразительно сложный мир малых форм, и когда-нибудь (году, например, в 2000-м) люди будут удивляться тому, что до 1960 года никто не относился серьезно к исследованиям этого мира.

Давайте, например, обсудим проблему записи на булавочной головке всех 24 томов Британской энциклопедии и выясним для себя (хотя бы в принципе) связанные с этим технические проблемы. Диаметр булавочной головки составляет около 1/16 дюйма, поэтому после увеличения его в 25 000 раз мы получим окружность с площадью, примерно равной общей площади всех страниц Британской энциклопедии. Следовательно, задача может быть сведена к уменьшению в 25 000 раз размеров всех знаков, используемых для записи текста энциклопедии. Каким образом это можно сделать? Разрешающая способность человеческо-

Ричард Фейнман

приглашение в НОВЫЙ мир

го глаза составляет около 1/120 дюйма, что примерно соответствует размеру самой маленькой точки в так называемой автотипической полиграфии с полутонами, используемой при издании Британской энциклопедии. При уменьшении ее в 25 000 раз мы получаем точку диаметром всего в 80 ангстрем, вдоль которого можно уложить 32 атома обычного размера (например, атомов распространенных металлов). Другими словами, на поверхности такой точки будет расположено около одной тысячи атомов, что, кстати, вполне достижимо уже при существующих методах фотогравировки, то есть практически мы действительно можем уже сейчас записать весь текст Британской энциклопедии на поверхности булавочной головки! <>

До сих пор я говорил о Британской энциклопедии, но давайте подумаем вообще о всех книгах на свете! Каковы их общая численность и объем? Библиотека Конгресса США содержит около 9 миллионов книг, библиотека Британского музея и Национальная библиотека Франции — примерно по 5 миллионов. Разумеется, огромные разделы библиотечных фондов разных библиотек просто дублируют друг друга, поэтому общее число книг в мире, представляющих хоть какой-то интерес, можно оценить как 24 миллиона. Поскольку мы вполне можем записать на булавочной головке текст 24 томов Британской энциклопедии, для записи 24 миллионов книг нам потребуется миллион таких головок, то есть площадь квадрата, на каждой стороне которого укладывается около 1000 булавочных головок. Это составляет примерно три квадратных ярда, что соответствует 35 страницам Британской энциклопедии. Другими словами, для изготовления печатной формы при записи всей информации, содержащейся в мировых библиотеках, нам потребуется лишь тонкая пленка (из окиси кремния на полимерной основе) общей площадью около 2,5 м², то есть вы можете, вообще говоря, держать в руках брошюру, содержащую в себе всю накопленную человечеством информацию (причем не в какой-то сложной, закодированной форме, а в виде обычного текста, со всеми оригинальными рисунками, схемами, чертежами и т.д.), и эта брошюра будет отличаться от обычных изданий лишь особо малым форматом печати.

Я вспоминаю, как наша старая библиотекарша в Калифорнийском технологическом институте годами «упорядочивала» информацию, укладывая и переставляя 120 000 книг, громоздившихся на полках и в старых хранилищах, регистрируя их разными способами, заводя на них библиографические карточки и т.д. Интересно, что бы она сказала, узнав, что всю эту информацию можно будет хранить на одном-единственном библиотечном бланке! А если какая-нибудь университетская библиотека (например, в Бразилии) вдруг погибнет при пожаре, то мы сможем просто скопировать и переслать им тексты всех книг нашей библиотеки авиапочтой в обычном конверте.

Напомню, что я назвал свою лекцию «Внизу полным-полно места», а не просто «Внизу есть место». Пока я лишь показал вам, что внизу действительно *есть место*, если только мы на самом деле научимся уменьшать размеры используемых нами объектов. Однако мне хочется доказать также, что места там действительно *полным-полно*. Я буду говорить не о методах, а о том, что можно сделать в принципе, то есть о том, чего можно добиться, используя законы физики. Речь идет не о фантастических идеях вроде антигравитации (возможно, она тоже когда-нибудь станет реальностью, если мы обнаружим некоторые новые, неожиданные закономерности в природных явлениях), а об использовании уже известных нам законов. Мы не продвинулись в этом направлении лишь потому, что не ставили перед собой подобной задачи.

Сжатие информации

До сих пор я говорил лишь о возможностях прямого воспроизведения рисунков, текста и другой информации. Предположим, однако, что нам необходимо записать информацию, используя какой-либо код вроде комбинаций точек и тире. При такой записи каждая буква соответствует примерно 6–7 битам информации, и поэтому для записи одной буквы нам требуется 6–7 точек или тире соответственно. Давайте задумаемся над тем, что можно сделать, если вместо буквальной записи текста на булавочной головке мы будем вести запись с помощью внутренней структуры материала.

В качестве точки я предлагаю использовать маленькие «пятна» или крапинки из атомов металла одного типа, а в качестве тире — пятна атомов другого металла. Предположим (это достаточно просто и умеренно), что запись одного бита информации требует от нас формирования одного «кубика» металла определенного типа размером $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$ атомов. Эта сотня атомов (надо еще учесть возможность использования в кубике атомов другого типа) должна гарантировать нам, что информация не будет потеряна из-за атомной диффузии или аналогичных физических процессов. Зная число букв, содержащихся в одном томе Британской энциклопедии, и умножив его на 24 миллиона, я просто вычислил количество «битов информации» во всей мировой литературе, которое оказалось примерно равным 10^{15} . Поскольку для записи одного бита информации нам необходимо примерно 100 атомов, вся заботливо собранная человечеством книжная информация может быть «записана» по указанной системе в кубике металла с размером грани около 1/200 дюйма, представляющем собой крошечную, едва различимую человеческим глазом пылинку! Как видите, я оказался прав — в глубинах пространства, внизу, полным-полно места и возможностей! Стоит ли после этих примеров даже вспоминать о микрофильмах?

Интересно, что сама возможность записи огромного количества информации в исключительно малых объектах давно и хорошо известна, например, биологам. Именно этим объясняется явление, которое веками казалось людям просто чудом, — вся информация, необходимая для создания и развития столь сложных существ, какими мы являемся, содержится внутри крошечной биоклетки. Полная информация о человеке (начиная с цвета глаз и кончая последовательностью формирования в организме косточки в челюсти эмбриона, в результате чего внутри этой косточки формируется крошечный канал для прорастания нерва) содержится в очень небольшой части клетки, а именно в длинной молекуле ДНК, где каждый бит информации записывается посредством комбинации из примерно 50 атомов.

Совершенствуйте электронные микроскопы!

Говоря о возможности кодирования или записи бита информации группой из $5 \cdot 5 \cdot 5$ атомов, мы вновь возвращаемся к вопросу о методах считывания текста, записанного подобным образом. Использование электронных микроскопов для такого считывания пока представляется совершенно бесполезным, поскольку даже у самых современных электронов разрешение составляет около 10 ангстрем. Поэтому я попытаюсь вам доказать важность проблемы значительного совершенствования методов электронной микроскопии. На самом деле, эта проблема вовсе не является сложной



или неразрешимой и не связана законами дифракции электронов. Длина волны электрона в таких микроскопах составляет лишь 1/20 ангстрема, так что мы вполне можем рассматривать в электронном микроскопе отдельные атомы. Впрочем, вы вправе спросить у меня, а зачем вообще нужно заниматься разглядыванием отдельных атомов?

У всех нас есть друзья, работающие в других областях науки (например, в биологии), и мы, физики, часто шутиливо спрашиваем их: «Ребята, а почему ваша наука развивается столь медленно?» (Хочу сразу отметить, что лично я считаю современную биологию наиболее динамично развивающейся наукой!) Иногда физики даже начинают давать биологам советы (например, мы рекомендуем им шире использовать математические методы). Биологи достаточно вежливы и обычно не реагируют на замечания физиков, но я могу ответить за них: «Для прогресса в биологии необходимо прежде всего чтобы *вы*, физики, специально ради *нас*, биологов увеличили разрешение электронного микроскопа в сто раз».

Важнейшие проблемы современной биологии: какова последовательность звеньев в молекуле ДНК? как эта последовательность связана с аминокислотной последовательностью в РНК? состоит ли молекула РНК из одной или двух цепочек? как связаны последовательности в ДНК и РНК? как происходит синтез белков? как устроены микросомы? каким образом молекула РНК перемещается и располагается в клетке? какова роль аминокислот? В фотосинтезе мы до сих пор не представляем, где располагается хлорофилл и какова его структура, какова роль каротиноидов, каким образом, вообще говоря, при фотосинтезе свет преобразуется в химическую энергию.

Все эти фундаментальные для биологии вопросы можно будет решить, как только мы научимся *видеть изучаемые объекты и процессы!* Тогда вы сможете *просто наблюдать* последовательность оснований в молекулярной цепочке или структуру микросомы. К сожалению, современные микроскопы слишком грубы для подобных исследований. Увеличьте их разрешение в сто раз, и многие биологические задачи сразу станут простыми и легкими. Мне даже кажется, что биологи наконец станут искренне благодарны физикам, если мы начнем давать им новые возможности для работы вместо советов о пользе применения математических методов.

Современная теория химических процессов целиком основана на теоретической физике, так что в каком-то смысле можно считать, что химия вытекает из физики. Однако в химии важную роль играют аналитические методы, и при встрече с новым или неожиданным веществом химик начинает длительный и сложный процесс его идентификации. Сейчас химики умеют анализировать практически все, так что предлагаемая мною идея, возможно, несколько запоздала, однако в принципе, если физики захотят, то они сумеют существенно помочь и химикам-аналитикам. Ведь физики могут легко проанализировать состав любого сложного соединения, просто-напросто определив местоположение и сорт входящих в его состав атомов! Единственная проблема для решения таких задач — нужно примерно в сто раз повысить разрешающую способность электронных микроскопов. В связи с этим чуть позднее я поставлю перед вами гораздо более важный вопрос, а именно: не могут ли физики решить третью важнейшую проблему химии, то есть осуществлять прямой синтез химических соединений? Я подразумеваю *физический* метод синтеза химических веществ!

Недостаточная мощность нынешних электронных микроскопов обусловлена тем, что фокусное расстояние электронных линз (так называемый *f*-фактор) составляет лишь



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

1/1000, так что вы просто не можете обеспечить для них требуемую числовую апертуру. Есть теоремы, в соответствии с которыми для стационарных полей с осевой симметрией вы никогда не можете получить достаточно большие значения *f* по целому ряду причин (существуют теоретические ограничения на величину разрешающей способности и т. п.). Однако почему, собственно говоря, мы должны пользоваться только осесимметричными полями? Почему эти поля должны быть обязательно стационарными? Разве нельзя использовать электрические пучки с переменной интенсивностью и с электрическим полем, изменяющимся вдоль траектории? Неужели используемые поля могут быть только симметричными? Я специально ставлю эти вопросы, чтобы вы почувствовали вызов, который диктует нам время. Неужели мы не можем создать более мощные электронные микроскопы?

Поразительные примеры микроскопической, сверхкомпактной записи в биологических системах заставляют нас задуматься и о других возможностях. В биологии информация не просто записывается, она обрабатывается и используется. При этом, несмотря на то что сами биосистемы (в частности, я говорю о клетках) очень малы, они могут осуществлять весьма разнообразные и очень активные действия: клетки вырабатывают различные вещества, изменяют собственную форму, энергично перемещаются и выполняют уйму других, весьма замысловатых операций. Вы только представьте себе возможности, которые открывает перед нами изготовление микроскопических объектов, способных выполнять задания и маневры в столь малых масштабах!

Проблемы миниатюризации

При существующем сейчас, в 1960 году, уровне техники компьютер, сравнимый по своим возможностям с человеческим мозгом, должен быть размером с Пентагон! Попробуйте только вообразить себе все сложности создания и эксплуатации такой чудовищной вычислительной машины! Прежде всего может выясниться, что для ее создания требуется слишком много материалов (например, количество германия на нашей планете может оказаться недостаточным для производства нужного количества транзисторов). Я уж не говорю об огромных сложностях, связанных с отводом выделяющего тепла, энергопотреблением и т. п. Однако основные сложности практического использования будут связаны, по-видимому, с конечностью скорости работы такого компьютера, поскольку из-за его огромных размеров необходимо учитывать время, требуемое для передачи информации из одного участка компьютера на другой. Поскольку скорость этой передачи не может превышать скорость света, развитие компьютерной техники с неизбежностью заставит нас решать проблему существенного уменьшения размеров вычислительных устройств. Однако, как я уже говорил выше, у нас есть много возможно-



стей для такого уменьшения, и я не вижу в законах физики никаких принципиальных ограничений, запрещающих или мешающих нам создавать вычислительные элементы малых и сверхмалых размеров.

Естественно, мы должны задуматься о методах создания таких устройств. При мысли об использовании определенным образом расположенных атомов прежде всего вспоминаются возможности напыления тонких слоев из атомов проводников и изоляторов. Действительно, уже сейчас мы умеем формировать напылением нужные нам конфигурации, содержащие все требуемые крошечные элементы электрических схем (катушки, конденсаторы, транзисторы и т. п.) в необходимом порядке.

Однако я хочу предложить вам, хотя бы в шутку, и совсем другие методы. Почему бы нам, например, не производить крошечные компьютеры теми же методами, какими мы производим большие? Почему бы нам не научиться обрабатывать микроскопические объекты точно так же, как мы обрабатываем большие изделия, то есть штамповать или отливать их, сверлить в них дырки, резать, паять и т. п.? В чем, собственно говоря, состоят ограничения на размер отливаемых деталей? Наверняка многие из нас, намучившись с ремонтом очень мелкого механизма (представьте, что вы пытаетесь починить изящные женские часики!), мечтали о том, что было бы очень здорово выдрессировать муравьев и научить их выполнять всякие мелкие операции. Напрягите воображение, я предлагаю вам нечто гораздо более интересное и сложное, а именно попытаться выучить механизмы-муравьи методам дрессировки совсем крошечных клещей или букашек для сборки нужных нам деталей! Мы должны создавать крошечные, но подвижные и активные механизмы. Независимо от практической ценности, проектирование и создание таких микроскопических роботов было бы очень забавным и интересным занятием!

Давайте всерьез задумаемся над тем, что мешает нам создать сверхмалую копию какого-либо механического устройства, например обычного автомобиля? Прежде всего у нас, разумеется, возникнут проблемы с точной обработкой деталей. Предположим, что автомобиль изготавливается с точностью 4/10000 дюйма (при меньшей точности, например, поршни будут застревать в цилиндрах двигателя). При микроскопической обработке точность должна быть порядка размеров атома, поскольку подшипники должны иметь шарики соответствующих размеров. Копия автомобиля, уменьшенного в 4000 раз, будет иметь длину около 1 мм, так что указанная выше стандартная точность обработки деталей двигателя (10^{-5} м) должна в крошечной модели соответствовать размерам порядка 10 атомов (разумеется, если мы чуть-чуть снизим требования к эксплуатационным характеристикам этого крошечного авто, то сможем еще уменьшить его размеры).

Создание столь малых механизмов ставит перед нами ряд интересных физических проблем. Во-первых, уменьшение размеров ведет, естественно, к соответствующему уменьшению веса и площадей контактов, так что некоторые параметры механизмов (например, вес и силы инерции) теряют свое значение. Другими словами, мы можем просто считать, что прочность используемых материалов значительно возросла. Более того, механические напряжения и связанные с ними деформации (например, во вращающихся деталях) должны значительно уменьшиться (они останутся неизменными лишь в том случае, если скорость вращения возрастет во столько же раз, во сколько уменьшатся размеры). С другой стороны, следует помнить и о зернистой структуре металлов, из-за чего на микроуровне могут возникнуть серьезные проблемы, обусловленные микронеоднородностью материалов. Поэтому, возможно,

сверхмалые механизмы следовало бы изготавливать из аморфных веществ, обладающих высокооднородной структурой (типа пластиков или стекол).

Некоторые проблемы могут возникнуть и при изготовлении деталей электрооборудования, например медных проводов или магнитных устройств, поскольку магнитные свойства объектов существенно зависят от их размеров (это связано с так называемой доменной структурой магнитных материалов). Поэтому нам придется задуматься о возможностях создания и использования магнитов, состоящих не из миллионов доменов (как принято считать в физике), а из одного-единственного домена. Разумеется, схему электропитания автомобиля нельзя запросто уменьшить в несколько тысяч раз, ее следует существенно изменить, однако я не считаю, что при этом могут возникнуть какие-то принципиальные осложнения.

Проблемы смазки

Гораздо более важные проблемы должны возникнуть при обеспечении смазки таких сверхмалых механизмов. Дело в том, что вязкость смазочных масел растет по мере уменьшения размеров (и при соответствующем увеличении скорости). Если мы не будем стремиться к очень высоким скоростям и вместо масла возьмем керосин или другие жидкости, то ситуация может оказаться не безнадежной. Однако я хочу обратить ваше внимание на то, что смазка, вероятно, вообще окажется ненужной! Существует масса других возможностей. Например, наши микроскопические подшипники смогут работать в сухом состоянии, поскольку выделяющееся в микроскопических устройствах тепло будет рассеиваться так легко и быстро, что отпадает проблема нагрева подшипников вообще.

В то же время мгновенный отвод тепла в микрообъемах не позволит нам нагреть до достаточной температуры бензин в камере сгорания, поэтому мы не сможем пользоваться в микроавтомобильчиках привычными двигателями внутреннего сгорания и нам придется поискать какие-то другие химические реакции, позволяющие получать энергию при низких температурах (не исключено, что наилучшим решением станет просто подача электроэнергии от внешнего источника).

Пока совершенно неясно, какое практическое применение могут найти такие микромашины. Конечно, было бы забавно следить за гонками букашек на автомобильчиках, но столь трогательная забота об этих крошках не есть наша главная цель. Однако нас не может не заинтересовать возможность автоматизированного производства микродеталей для компьютеров на микрозаводах, где установлены сверхминиатюрные станки (например, токарные). Конечно, такие станки, по изложенным выше причинам, не могут быть просто уменьшенными копиями обычных, крупномасштабных прототипов. Я предлагаю поразмыслить о процессах механической обработки на микроуровне, позволяющих с максимальной пользой употребить открывающиеся возможности.

Мой друг Альберт Р.Хиббс предложил весьма интересный вариант использования таких маленьких механизмов. Идея на первый взгляд кажется довольно дикой и заключается в создании крошечного механического «хирурга» (которого пациент может просто проглотить). Попав через кровеносную систему, например, в сердце пациента, такой микрохирургический робот начинает «оглядываться», изучать и анализировать состояние сердечной мышцы (разумеется, информация при этом подается наружу), а затем микроланцетом производит необходимую опера-



цию на клапане сердца. Вы можете представить себе также крошечные автоматы, которые вводятся в большие органы и постоянно работают там, осуществляя лечение или профилактику.

Подумайте о методах изготовления таких механизмов, а я пока подброшу вам еще одну сумасшедшую идею. Вы наверняка слышали о сложных проблемах, связанных с транспортировкой и переработкой высокоактивных материалов, опасных для обслуживающего персонала. На атомных установках для таких работ используют сложные системы рычагов и манипуляторов с дистанционным управлением, заменяющие руки оператора и способные, например, затянуть гайку или открутить болт.

Сотня крошечных рук-манипуляторов

Предположим, что я изготовил набор из десяти рук-манипуляторов, уменьшенных в четыре раза, и присоединил их проводами к исходной системе рычагов управления, так что все эти манипуляторы одновременно и точно повторяют мои действия. Затем я вновь изготовлю набор из десяти манипуляторов в четверть нормальной величины. Естественно, что первые десять манипуляторов при этом изготовят $10 \cdot 10 = 100$ штук манипуляторов (уменьшенных, однако, уже в 16 раз!), так что на этом этапе я получу в свое распоряжение сотню манипуляторов, уменьшенных в 100 раз.

Ничто не мешает продолжить этот процесс и создать сколько угодно крошечных станков, поскольку это производство не имеет ограничений, связанных с размещением станков или их материалоемкостью. Их объем будет всегда намного меньше объема прототипа. Легко рассчитать, что общий объем миллиона уменьшенных в 4000 раз станков (а следовательно, и вес используемых для изготовления материалов) составит менее 2% от объема и веса обычного станка.

Понятно, что это сразу снимает и проблему стоимости материалов. В принципе мы могли бы организовать миллионы одинаковых миниатюрных заводиков, на которых крошечные станки непрерывно сверлили бы отверстия, штамповали детали и т. п.

По мере уменьшения размеров мы будем постоянно сталкиваться с очень необычными физическими явлениями. Все, с чем нам приходится встречаться в нашей жизни, зависит от масштабных факторов. Кроме того, существует еще и проблема «слипания» материалов под действием сил межмолекулярного взаимодействия (так называемые силы Ван-дер-Ваальса), которая может приводить к эффектам, необычным для макроскопических масштабов. Например, гайка в некоторых случаях не будет отваливаться от болта после скручивания, а плотно «приклеится» к поверхности и т. д. (вспомните старые кинокомедии, в которых герой с измазанными липкой паточкой руками пытается избавиться, например, от стакана с водой). Существует несколько физических проблем такого рода, о которых следует помнить при проектировании и создании микроскопических механизмов.

Атомная сборка и перестановка атомов

И наконец, я рискну предложить вам еще одну идею (рассчитанную, возможно, лишь на очень далекое будущее), которая мне



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

представляется исключительно интересной. Речь идет о возможности располагать в требуемом порядке атомы — именно атомы, самые мелкие строительные детали нашего мира! Что произойдет, когда мы научимся реально выстраивать или укладывать атомы поштучно в заданной последовательности? (Разумеется, при этом будут сохраняться какие-то ограничения, поскольку вы не можете, например, уложить атомы в структуру нестабильного химического соединения.)

На протяжении всей своей истории человечество старательно добывает из недр Земли минералы, перерабатывает их в огромных количествах и изготавливает из них разные предметы. Мы заботимся о химической чистоте веществ, о составе и количестве примесей и т. д., однако при этом мы всегда работаем с тем набором и распределением атомов, которые предоставляет нам природа. Например, у нас нет возможности изучать или использовать вещество с «шахматной» структурой, где атомы примесей аккуратно располагаются на расстоянии 1000 ангстрем друг от друга.

Мы даже не очень задумываемся над тем, что можно сделать со слоистой структурой, состоящей из правильно уложенных слоев атомов. Какими свойствами, вообще говоря, могут обладать материалы, построенные из атомов, которые мы сами будем располагать в заданном порядке? Это очень интересный вопрос с точки зрения чистой теории, и я уверен (хотя, конечно, об этом нельзя пока сказать ничего определенного), что, научившись регулировать и контролировать структуры на атомном уровне, мы получим материалы с совершенно неожиданными свойствами и обнаружим совершенно необычные эффекты.

Предположим, например, что мы создали кусочек вещества, внутри которого сформированы маленькие электрические цепи из конденсаторов и катушек индуктивности (или их твердотельные аналоги). Такие цепи, размером от 1000 до 10 000 ангстрем, можно снабдить антеннами, и, будучи взаимосвязанными, они могут покрывать довольно значительную площадь. Системы этого типа, но обычного размера уже сегодня широко используют для излучения радиоволн, поэтому есть вероятность, что аналогичный набор «атомарных» антенн будет излучать световые волны или даже точно направленные пучки света (я не исключаю, разумеется, и того, что подобные устройства могут оказаться совершенно бесполезными по экономическим или техническим причинам).

Когда я думаю о сверхмалых электрических цепях, наиболее важными мне представляются проблемы, связанные с электрическим сопротивлением. Дело в том, что с уменьшением размеров цепи ее собственная частота возрастает (поскольку длины волн собственных колебаний уменьшаются), однако толщина поверхности, так называемого скин-слоя, при этом уменьшается пропорционально лишь квадратному корню из характерного размера, вследствие чего при расчете сопротивления должны воз-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ



никать дополнительные сложности. Впрочем, не исключено, что эти проблемы удастся решить, используя какие-либо специальные технические приемы (сверхпроводимость при достаточно низкой частоте и т. п.).

При переходе к изучению самых маленьких объектов предлагаемого типа (например, электрических цепей, составленных из нескольких атомов) мы сталкиваемся с кучей разнообразных явлений, создающих новые возможности. Поведение отдельных атомов подчиняется законам квантовой механики и не имеет аналогов в макроскопическом масштабе, поэтому «внизу» мы будем постоянно наблюдать новые закономерности и эффекты, предполагающие новые варианты использования. Например, очень вероятно, что в мире атомов вместо привычных электрических цепей мы научимся работать с квантовыми уровнями энергии, с взаимодействиями квантовых спинов и т. п.

Кроме того, при достаточном уменьшении масштаба мы сможем организовать массовое производство абсолютно одинаковых изделий или деталей. Вспомните, что мы никогда не умели создавать крупномасштабные механизмы с совершенно одинаковыми размерами. Однако если вам удалось изготовить машинку из заданного числа атомов (например, точно из 100 штук атомов в высоту), то ничто не мешает вам изготовить еще одну точную копию, укладывая буквально то же число атомов в требуемом измерении!

На атомарном уровне мы сталкиваемся с новыми физическими силами, с новыми эффектами и новыми возможностями, поэтому и проблемы производства или воспроизводства веществ, материалов и изделий должны выглядеть совсем по-иному. Меня, в частности, вдохновляют возможности, заложенные в биологических явлениях и процессах, когда под воздействием химических сил возникают весьма сложные и неожиданные структуры (например, автор этой работы!).

Известные нам принципы физики не запрещают создавать объекты «атом за атомом». Манипуляция атомами вполне реальна и не нарушает никаких законов природы. Практические же трудности ее реализации обусловлены лишь тем, что мы сами являемся слишком крупными и громоздкими объектами, вследствие чего нам сложно осуществлять такие манипуляции.

И наконец, размышляя в этом направлении, мы доходим до проблем химического синтеза. Химики будут приходить к нам, физикам, с конкретными заказами: «Слушай, друг, не сделаешь ли ты молекулу с таким-то и таким распределением атомов?» Сами химики используют для изготовления молекул сложные и даже таинственные операции и приемы. Обычно для синтеза намеченной молекулы им приходится довольно долго смешивать, взбалтывать и обрабатывать разные вещества. Как только физики создадут устройство, способное оперировать отдельными атомами, вся эта их деятельность станет ненужной и они смогут просто заказывать у физиков требуемые структуры.

Мне представляется особенно интересным то, что физики действительно могут научиться синтезировать любое вещество, исходя из написанной на бумаге формулы. Химики будут заказывать синтез, а физики – просто «укладывать» атомы в нужном порядке. Развитие техники манипуляции на атомарном уровне (а я убежден, что этого нам не избежать) позволит решить огромное число проблем химии и биологии.

Конечно, вы вправе спросить у меня: «А зачем, собственно, мы должны заниматься этими странными проблемами?» Можно перечислить целый ряд важных экономических предпосылок, однако я лично убежден, что мы, физики, могли бы решать такие задачи просто ради интереса или забавы. Давайте начнем с забавы! Устроим соревнование между институтами и лабораториями, и пусть, например, одна лаборатория посылает другой крошечный электродвигатель, а затем получает его обратно с каким-то усовершенствованием или с дополнительной микродеталькой, добавленной в конструкцию рабочего вала.

Для развлечения и повышения общего интереса к предлагаемому исследованию я бы рекомендовал организовать небольшой конкурс среди учащихся университетов и колледжей. В конце концов, с чего-то следует начинать, а молодежь вполне можно заинтересовать, например, проблемой микрозаписи. Пусть студенты из Лос-Анджелеса пошлют студентам в Венецию булавку, на острие которой написано: «Круто? Как вам это нравится?» Булавка может вернуться назад с короткой припиской: например, внутри точки над буквой «i» появится надпись: «Ничего особенного!»

Конечно, может оказаться и так, что одного интереса окажется недостаточно и серьезное развитие области удастся наладить лишь на экономической основе. Я не могу сейчас обсуждать эту проблему подробно, но (в качестве самого простого шага) обещаю выплатить приз в 1000 долларов тому парню, который сумеет первым записать информацию со страницы книги с уменьшением линейного масштаба в 25 000 раз таким образом, чтобы текст можно было затем прочитать, пользуясь электронным микроскопом.

Кроме того, я предлагаю еще один приз (надеюсь, что мне не придется вступать в дискуссию относительно постановки задачи) в 1000 долларов тому, кто первым изготовит нормально работающий электродвигатель с внешним управлением, объем которого без учета соединительных проводов не превышает 1/64 кубического дюйма. И я уверен, что претенденты на получение этих призов объявятся довольно скоро.

Перевод с английского

А.В.Хачоян



Смазать, прижать, подождать

Старший водолазный специалист
ООО «Подводгазэнергосервис»

А.А.Дутов

Винт, болт, заклепку, гвоздь и степлер со скрепками изобрел человек. Клей изобрела природа — существуют липкие растения. Обезьяна использует в качестве клея слюну, но не она первооткрыватель клея в царстве животных, и даже не хамелеон с лягушкой, а головоногие (см. «Химия и жизнь», 2002, № 7), у которых для изготовления клея есть специальные клетки. Поскольку живые существа обитают не только на суше, но и в море, причем в море они обитают вдвое дольше, то природе требовался клей, действующий под водой, — и каракатицы сделали это. Со временем такая же проблема встала и перед человеком.



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Одно отличие и три способа

Склеивание под водой имеет лишь одно отличие от склеивания на суше, но это отличие принципиально. Если перед тем, как клеить, вы прочитали надпись на тубике, то знаете, что недостаточно «нанести тонким слоем и

прижать» — нужно еще «очистить, обезжирить и высушить». Почему «очистить», понятно: если этого не сделать, клей приклеится к грязи, а не к поверхности предмета и вместе с грязью отвалится. А «обезжирить и высушить» потому, что жир и вода препятствуют адгезии клея к поверхности. Сливочного масла под водой

нет, но воды там — со всех сторон. Клеить она, естественно, мешает, и избавиться от нее можно только тремя способами. Первый — механически удалить ее из зазора между склеиваемыми деталями. Второй — удалить ее химически: связать с клеем, например включив в процесс полимеризации. И третий — вытеснить ее с

поверхности, употребив в качестве клея вещества, сродство которых к поверхности больше, чем у воды.

Сургуч не на почте

Кто помнит, чем пахло на почте полвека назад? Правильно, сургучом. Стояла кастрюлька на печке, и в ней булькало. Однако сургучом пахло не только на почте, но и на кораблях, идущих в бой. В незапамятные времена на русском флоте для заделки пробоин в боевых условиях применяли расплавленный сургуч. Заранее готовили стальные пластыри — вогнутые пластины, во время боя в которых поддерживали в расплавленном состоянии сургуч. Пластырь устанавливали над пробоиной, опрокидывали и с помощью системы тросов опускали на пробоину, причем с внешней стороны корпуса, то есть в воде. Сургуч имеет высокую вязкость, и поэтому он не успевал стечь с пластыря весь. Внешнее давление прижимало пластырь к пробоине. Кусок стали, обладая большой массой, медленно остывал и при этом, по-видимому, выгонял воду из зазора в виде пара. Прочность такого соединения была мала, но на какое-то время течь закрывалась. Других применений этот метод в технике не имеет.

Второй метод — вовлечение воды в химические реакции — тоже был изобретен на море. Воду, как известно, потребляет цемент. Им тоже заделывали пробоины, но изнутри, а не снаружи, хотя это менее эффективно, ибо давление воды в этом случае не прижимает пластырь, как в ситуации с сургучом, а выдавливает цементную пробку внутрь корабля. Но опять же — в такой ситуации ценна любая помощь.

Позже взаимодействие с водой было использовано в автоделе. Шины броневиков (наверное, и того, что стоял когда-то у Финляндского вокзала в Санкт-Петербурге) заполняли синтетическим каучуком; при контакте с парами воды он загустевает, и поэтому, когда шину протыкали, каучук, частично вытекая, герметизировал его. В этом случае давление действовало в правильном направлении — подавало «клей» в зону герметизации. Некоторые современные подводные клеи тоже используют взаимодействие клея и воды — существуют клейкие ленты, которые можно применять под водой: ее молекулы участвуют в полимеризации. Представьте, как бы пригодились подобная вещь жэковским слесарям, сражающимся день и

ночь с текущими трубами и батареями, — ведь такие ленты можно клеить по мокрому. К сожалению, давление в трубе будет действовать против нас, отдирая заплату.

Третий и последний путь — использование веществ, вытесняющих воду с поверхности. Именно так действуют почти все современные подводные клеи. В 70-е годы в киевском Институте высокомолекулярных соединений были разработаны клеи и герметики подводного применения «Спрут» и ВАК, предназначенные в первую очередь для ремонта подводных нефте- и газопроводов. Основу этих клеев составляет модифицированная ненасыщенная полиэфирная смола. В России и сейчас выпускают аналогичные клеи, а также подводный клей на эпоксидной основе.

После того как поверхности смазаны клеем, их надо прижать. При склеивании под водой усилие прижатия иногда создает давление воды, иногда — специальные приспособления, а еще применяют такое оригинальное решение, как магниты. К сожалению, этот метод пригоден, только если клеят к железу, но это не столь редкая ситуация. И еще одна оригинальная идея — добавить к клею магнитный порошок, чтобы смесь растекалась тонким слоем по ферромагнитным материалам.

Клей под водой — зачем и для чего

Когда мы говорим о клее, первое, что приходит в голову, — соединение двух деталей, двух каких-то вещей. Но подводные клеи чаще применяют для защиты металла от коррозии, бетона от вымывания и дерева от гниения. Кроме того, клеевые покрытия используют в качестве теплоизоляции, для ремонта корпусов судов и винтов и лишь в последнюю очередь — как конструкционный материал.

В антикоррозионной защите нуждаются трубопроводы, нефтедобывающие платформы, гидротехнические сооружения. В этом случае подводные клеи и технология их нанесения должны обеспечивать сплошное, прочное и, естественно, коррозионно-стойкое покрытие с высокими диэлектрическими свойствами — для защиты металла от электрохимической коррозии. Кроме того, покрытия не должны разрушаться при изменении температуры (вплоть до заморозки воды) и при попадании покрытия на воздух (борт корабля, плотина). Наконец, покрытия должны быть

биологически устойчивы — мало рации, если его съест какая-нибудь подводная живность.

Если клеевое покрытие наносится на трубу, то мы можем заодно сделать ее крепче. Для этого надо не только покрыть трубу клеем, но и обмотать ее прочной лентой. Лента пропитается клеем, клей заполимеризуется, и получится — простите за профанацию, уважаемые горнолыжники, — нечто вроде стеклопластиковых лыж, намотанных на трубу. Композитная муфта примет на себя часть внутренних и внешних нагрузок.

Несколько иной вариант применения клея — так называемая герметизация. Технология напоминает антикоррозионную, но клей прилегает не ко всей поверхности, а лишь к ее части. Герметизировать можно элементы плотин и других подводных сооружений, промоины в теле плотин и т. п. При этом клей заливают в опалубку или специально созданные емкости, но можно применять и вспенивающиеся составы, запуская их в щели, зазоры и отверстия.

Особый случай использования подводных клеев — ремонт судов на плаву. Постановка судна в док — длительная и дорогостоящая операция. А так можно без нее обойтись при заделке пробоин, трещин, коррозионных каверн, усилении изношенных листов обшивки, исправлении дефектов винта — кавитационных каверн. Ремонт подводной части судна отличается тем, что клеевое покрытие не охватывает объект полностью, как, например, трубу. Поэтому клей должен быть прочнее и иметь более высокую адгезию.

Наконец, клей можно применять в его классическом сухопутном качестве — для соединения двух деталей. Не исключено, что подводное склеивание станет приобретать популярность по мере того, как человек будет проникать дальше в океаны и моря и развивать там строительство. Но для строителей плохо то, что сам по себе клей имеет невысокую прочность. Поэтому в него надо добавлять волокнистый армирующий материал — стеклянное, углеродное или металлическое волокно.

Клей — «бинарное оружие»

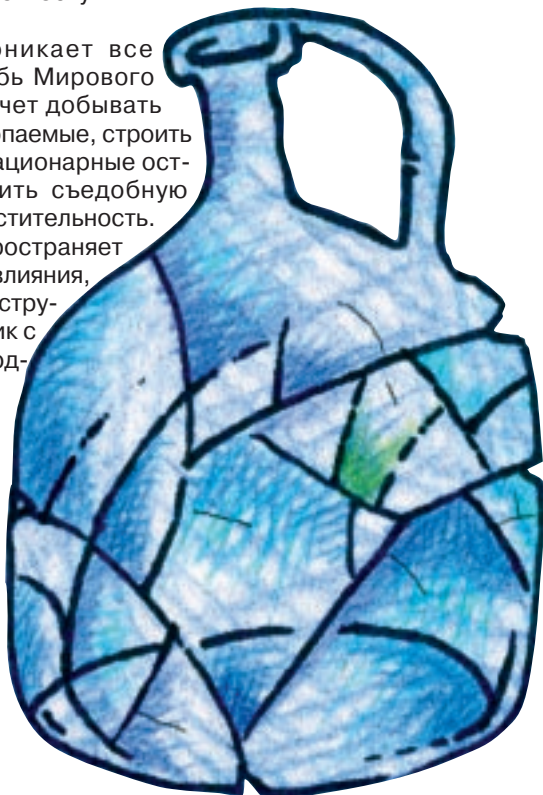
Вернемся к технологии склеивания. Понятно, что любую операцию хочется сделать побыстрее, а уж подводное склеивание — тем более. Прежде всего потому, что подводные операции дороги — работу водолаза обеспечивают наверху не менее четырех человек. Есть два способа ускорить процедуру. Первый — приме-

нять быстро полимеризующиеся клеи. Но такие клеи имеют меньшую живучесть, их компоненты приходится смешивать непосредственно у места нанесения. Например, компоненты могут находиться в одной ампуле, но отделенные друг от друга перегородкой (как в бинарном химическом оружии). Смешивание происходит при раздавливании капсулы, например, самими соединяемыми деталями.

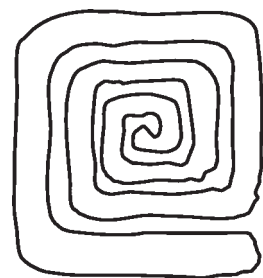
Склею можно ускорить, нагревая клеевой шов. Снаружи к нему прикладывают эластичные емкости с горячей водой (по существу, грелки), изнутри (если есть доступ) поливают горячей водой или прикладывают такие же емкости.

Ускорить и удешевить процедуру, а иногда и повысить качество склейки можно за счет механизации. Например, есть проект машины для изолирования подводных трубопроводов. Она будет обматывать трубу лентой стеклоткани, пропитанной (на суше или прямо на месте) подводным клеем. Машина работает, увы, не сама — ею управляет человек, но процедура будет ускоряться. Дополнительное преимущество — клей попадает только туда, куда надо, поэтому его расход уменьшается и водолаз после работы не приходится отмывать от клея. Эта же машина сможет красить подводные трубопроводы и корабли, при этом краски, как и клея, потребуется меньше — техника не будет красить, как водолаз в мутной воде, дважды по одному и тому же месту.

Человек проникает все дальше в глубь Мирового океана. Он хочет добывать полезные ископаемые, строить плавучие и стационарные острова, разводить съедобную живность и растительность. Человек распространяет сферу своего влияния, и среди его инструментов — тубик с клеем. С подводным клеем.



Задачи, которые решают разработчики



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Еще раз перечислим основные задачи, которые приходится решать разработчикам подводных клеев. Прежде всего — улучшение основных параметров: увеличение прочности и адгезии, живучести и тиксотропности. Затем — разработка клеев, параметры которых слабо зависят от температуры и однокомпонентных материалов, твердеющих при воздействии воды. Очень нужны клеи, нетребовательные к подготовке поверхности, и клеи, которые допускают разборку — то есть «расклеиваются», если клеевой шов нагреть. И конечно, нельзя обойтись без механизации процесса.

А теперь подробнее о терминах. Вязкость клея — степень текучести материала, определяется скоростью, с которой материал вытекает из отверстия определенного диаметра. Вязкость накладывает ограничения на всю технологию, так как при высокой вязкости трудно наносить материал кистью, заполнять полости. А при малой вязкости материал быстро стекает, не получается толстый слой. При попадании в холодную воду вязкость клея возрастает.

Тиксотропность — свойство, которое характеризует способность материала сохранять заданную форму, вообще не стекать с потолочных и вертикальных поверхностей — это важно при нанесении клея без армирующих. Тиксотропность клея или краски повышают специальные наполнители, обладающие большим внутренним трением.

Наполнители — материалы, не влияющие на химический процесс полимеризации. Их вводят для достижения требуемых вязкости, тиксотропности, а так-

же против обрастания (яды). Красители — это тоже наполнители. Иногда наполнители используют для снижения стоимости.

Армирующие материалы служат для повышения прочности клеевых композиций, они воспринимают на себя основную часть внешней нагрузки.

Усадка — уменьшение (или увеличение) объема клея после полимеризации. Различают объемную и линейную усадку. При наложении кольцевого замкнутого пластыря на трубу, он, уменьшаясь в размерах при отвержении, плотно охватывает ее и вдавливаются в микрорельеф поверхности, что повышает адгезию. Если же требуется заполнить большую полость, то усадка может вызвать зазоры у стенок и трещины. Чтобы этого не произошло, надо использовать клеи с малой усадкой или увеличивать количество наполнителя. Известны материалы с отрицательной усадкой (распухающие при полимеризации).

Жизнеспособность — время от момента смешивания, в которое с материалом можно работать. Далее он начинает загустевать, причем неравномерно. При подводных работах это очень важно — водолаз не всегда быстро добирается до места. Производительность работы под водой намного меньше: мешают ограниченная видимость (иногда ее нет совсем), течение, холодная вода, клей витает во взвешенном состоянии и осажается на снаряжении. Кроме того, человек под водой испытывает стресс. При охлаждении время жизнеспособности увеличивается, а для многокомпонентных клеев оно зависит от количества отвердителя.



Разные разности

Выпуск подготовили
А.Ермаков,
А.Ефрекин,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская

Узнать, как себя чувствует корова, можно по ее глазам. Исследовательница А.Сандем и ее коллеги из Норвежского сельскохозяйственного университета обнаружили, что у коровы, пережившей стресс, видимый размер глазного белка увеличивается. Чем сильнее было потрясение, тем он больше.

Ученые определили это следующим образом. Двенадцати коровам предложили свежую траву в открытом ящике, а двенадцать других видели и нюхали ее сквозь дыры в крышке ящика, но есть не могли. Контрольная группа питалась, как обычно.

У животных, которые так и не смогли добраться до вожделенной пищи, белки глаз стали вдвое больше нормальных. Как полагают авторы работы, коровы шире открывают глаза, чтобы увидеть то, что поможет им справиться со сложной задачей. Те, кто наелся свежей травки, смотрели на мир не столь широко открытыми глазами — белок у них был примерно в полтора раза меньше, чем у тех, кто не принимал участия в испытании.

Полученные результаты нужно еще проверить. Сандем планирует в ближайшем времени проследить за коровами, у которых есть теленок. Она хочет посмотреть им в глаза, когда малыш рядом и когда он по той или иной причине отсутствует.

Кому-то исследование корових глаз может показаться забавным. Однако если таким методом удастся определять состояние коров, фермеры будут довольны. Здоровые коровы дают больше молока, поэтому за самочувствием животных следят с помощью анализов, результатов которых приходится ждать довольно долго. У буренок измеряют количество лейкоцитов, уровень гормона кортизола, частоту сердечных сокращений и степень обезвоживания («Nature News Service», 2002, 30 сентября; «Applied Animal Behaviour Science», 2002, т.79, с.1).



Кидая в воду камешки во время неспешной прогулки по берегу озера, мы вряд ли задумываемся, каким физическим законом подчиняется их полет. Знаем только, что камень лучше отскакивает от воды, когда он круглый, плоский и сильно закручен.

Энтузиасты участвуют во всемирных соревнованиях по бросанию камешков. В 1992 году на тexasской реке Бланко был поставлен рекорд — 38 отскоков.

Французский физик Л.Боке из Лионского университета, вдохновленный восьмилетним сыном, решил взглянуть на эту забаву с научной точки зрения. Он написал уравнения, описывающие движение камешка в зависимости от его радиуса, скорости линейного движения и скорости вращения с учетом сопротивления воды.

Из уравнений следует, что чем быстрее движется камень, тем большее число раз он отскочит. Чтобы камешек отскочил хотя бы один раз, нужна скорость около одного километра в час. Закручивание необходимо для того, чтобы удержать камень в горизонтальной плоскости. Оно создает гироскопический эффект, не давая камню наклониться в сторону и уйти в воду ребром.

Чтобы камень диаметром 10 сантиметров ударился о воду 38 раз, он должен лететь со скоростью 40 км/ч и вращаться с частотой 14 оборотов в секунду. Физик считает, что, если в камне сделать множество маленьких углублений, сопротивление воды уменьшится и показатели улучшатся.

Боке с коллегами планируют построить механическую катапульту, которая пускала бы камешки с заданной скоростью и вращением, чтобы определить, насколько верны его расчеты. Возможно, он не первый вывел формулу для отскока камешков. Ведь еще во время Второй мировой войны применяли прыгающие бомбы, которые разработал британский инженер Б.Уоллис («New Scientist», 2002, 16 октября).



В июле 2004 года космический аппарат «Кассини» достигнет Сатурна, а через шесть месяцев на поверхность Титана, самого большого спутника планеты, опустится специальный зонд «Гюйгенс», сделанный американскими и европейскими специалистами. Тогда ученые смогут больше узнать о холодном и темном мире Титана, окутанном плотной дымкой. В Солнечной системе это единственный спутник, окруженный атмосферой. Именно поэтому астрономы, даже используя самые современные телескопы, видели на Титане лишь призрачный свет и темные пятна.

«Это наш шанс проверить научные предсказания», — говорит Р.Лоренц из университета штата Аризона. Выступая на 34-й ежегодной встрече Американского астрономического общества в Бирмингеме, он изложил свои предположения о строении Титана. Согласно его теории, на поверхности спутника зонд увидит причудливый пейзаж, почти не тронутый разрушительным воздействием атмосферной эрозии. Зато его покрытая кратерами поверхность хорошо сохранила следы тектонической деятельности. Лоренц рассчитал, что эрозия почвы, вызванная песчаными ветрами и другими атмосферными силами, на Титане должна быть в 400 раз слабее, чем на Земле. Однако землетрясения, образование гор и другие результаты тепловой деятельности в недрах спутника только в 50 раз слабее, чем на нашей планете. «Значит, поверхность Титана имеет многочисленные кратеры и ярко выраженные тектонические особенности, которые подверглись значительно меньшим разрушениям, чем на Земле и Марсе», — говорит Лоренц («University of Arizona News Services», 2002, 9 октября).



Чтобы проходить сквозь стены, необязательно иметь сверхъестественные способности. Финские ученые разработали «стенку», сквозь которую может проникнуть любая.

И.Ракколайнен и К.Паловуори из Университета технологии в Тампере (Финляндия) сконструировали особый экран — из тумана. По мнению авторов, на него можно будет проецировать картины на художественных выставках, использовать его в рекламных трюках, фокусах и аттракционах.

Главный секрет экрана из тумана — создание плоского ламинарного воздушного потока без турбулентных завихрений. В пространство между двумя такими воздушными стенами впрыскивается туман — получается тонкий ровный непрозрачный слой, который выглядит как сплошная поверхность. На него проецируют и filmy, и неподвижные изображения вроде кирпичной стены. Такая стена никому не станет препятствием, она не ломается и почти ничего не весит.

Как рассказывает Ракколайнен, первые экраны были изготовлены у него дома: воздушные стены выдували через обычные соломинки для коктейлей (их потребовалось две тысячи), но система работала крайне ненадежно. Все лето он вместе с Паловуори трудился над своим проектом, пытаясь улучшить качество экрана. Образец, представленный на научной выставке в Турку 4–6 октября, был уже более совершенным и достигал полутора метров в высоту. В следующем году в Музейном центре Ваприикки и Музее коммуникаций в Тампере будут продемонстрированы новые модели туманного экрана («AlphaGalileo», 2002, 10 октября).



Американские ученые сделали наномышцы из сплавов, напоминающих форму, и углеродных нановолокон. Их предлагают использовать в промышленности и медицине.

В устройствах, разработанных сотрудниками компании «NanoMuscle Inc» (США), длина проводов из сплава никеля и титана может увеличиваться на 13%. Когда они возвращаются в прежнее состояние, то создают силу, способную поднять в воздух 140 граммов. Способность сплавов запоминать форму наружили в пятидесятые годы прошлого века: если на образец подать электрический ток, он возвращается к исходному состоянию. Коммерческого успеха открытие не имело, так как движение образцов было непредсказуемым.

Исследователи из университета штата Флорида построили из сплава никеля с титаном прибор, который может передвигать пятидесятикилограммовый груз. Они уверены, что им удастся создавать искусственные мышцы в протезах нового поколения и миниатюрные двигатели для промышленности.

Ученые из техасской компании «NanoTech Institute» доказали, что углеродные нанотрубки можно использовать в качестве сверхпрочного строительного материала, который способен запасать электрическую энергию и преобразовывать ее в механическую. Нанотрубки действуют как мощные и экономичные мышцы и могут работать при высоких температурах.

«Применение наномышц не ограничивается только медициной. Миниатюрные двигатели потребляют больше половины всей энергии, производимой в Северной Америке. Наномышечные приборы с их превосходными рабочими возможностями, небольшими размерами и низкой стоимостью обладают огромным потенциалом», — считает А.Савитри, представитель компании «Technical Insights» (США), занимающейся исследованием в области нанотехнологий и «умных» материалов («EurekaAlert!», 2002, 16 октября).

Идея использовать бактерии для лечения рака появилась более ста лет назад. В 1893 году американский врач У.Коллей обнаружил, что раковые больные, пораженные инфекционными заболеваниями, жили дольше. Однако получить стабильные положительные результаты никак не удавалось, все попытки были несостоятельны или приводили к побочным эффектам.

Исследователи из университета штата Иллинойс в Чикаго предложили свой способ обойти эти трудности. Они выделили из среды, где жили бактерии, белок азурин, который убивает раковые клетки и не дает нежелательных последствий. Его действие изучили на мышках, больных раком кожи: раковые клетки умирали, и мыши выздоравливали.

Белок азурин участвует в энергетическом обмене у бактерии *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойной палочки). Она выделяет белок во внешнюю среду, чтобы убить клетки иммунной системы. Азурин в течение 22 дней вводили мышам, страдающим раком кожи. Опухоли уменьшались более чем наполовину по сравнению с новообразованиями у мышей, которым азурин не вводили. Ни у одного из животных не было отмечено побочных эффектов.

Вероятно, азурин стабилизирует белок p53, который подавляет развитие рака. Обычно он работает в клетке несколько минут, затем разрушается. Азурин увеличивает время его жизни. Авторы показали, что белок успешно подавляет и другие формы рака, например рак молочных желез («EurekaAlert!», 2002, 25 октября).



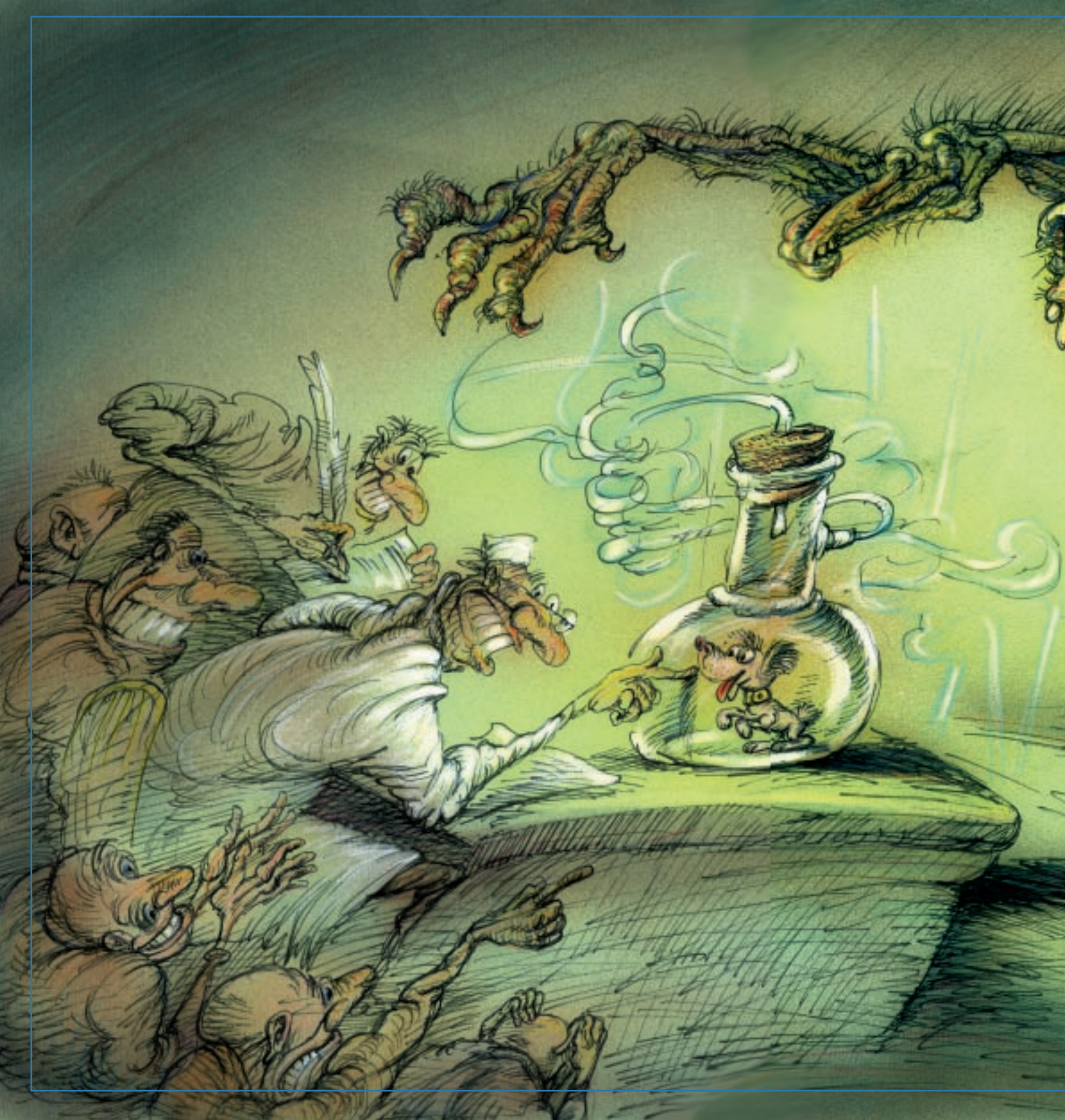
При сборе винограда трудно предвидеть, каким получится вино, а когда сок забродит, слишком поздно исправлять ошибки. Хорошо бы научиться заранее определять качество вина, однако настоящие знатоки больше полагаются на интуицию, чем на расчеты. И все же Л.Маккроски, бывший винодел, а теперь руководитель консалтинговой фирмы «Enologix», считает, что ему удалось вывести математическую формулу хорошего вина. «Мы измеряем цвет, аромат и вкус вина и предсказываем, каким оно будет через два-три года», — говорит он.

Маккроски выделил главные химические характеристики вин, сравнил их с заключением знатоков, а затем составил базу данных, на основе которых можно заранее узнать качество вина. Характеристики измерили для более чем 50 000 сортов. Оказалось, например, что важна определенная пропорция танинов и фенолов. Еще пришлось учесть то, что Маккроски называет «флагами». Основные из них — цвет, вкус и аромат. Всего таких признаков около 500, но для создания математической модели достаточно 20.

«Мы принимаем во внимание, что говорят критики о продукции нашего клиента, запускаем алгоритм и пытаемся предсказать мнение экспертов о будущем вине», — говорит исследователь. Учитывать их пожелания необходимо — они обладают самым большим влиянием на рынке вин Америки. Но Маккроски хотел бы передать инициативу в руки самих виноделов. Если можно угадать качество вина до его розлива, есть шанс вмешаться и изменить вкус.

Р.Боултон, специалист по виноградарству и виноделию в Калифорнийском университете, утверждает, что этот метод не будет иметь успех, поскольку одно и то же вино кому-то покажется вкусным, а другой не найдет в нем ничего хорошего («BBC News», 2002, 25 октября).





Член-корреспондент РАЕН
М.Д.Голубовский

*...Вот, доктор, что получается,
когда исследователь вместо того,
чтобы идти параллельно и ощупью с природой,
форсирует вопрос и приподымает завесу:
на, получиай Шарикова и ешь его с кашей.*

М.А.Булгаков.
Собачье сердце

Начнем, естественно, со вступления, то есть с краткой ретроспективы, или, как положено при написании любой диссертации или очередной статьи, с литобзора.

Генетика как наука оформилась в самом начале XX века после переоткрытия законов Менделя. Бурный вековой период ее развития ознаменован расшифровкой нуклеотидного состава «молекулы жизни» — ДНК у десятков видов вирусов, бактерий, грибов, а вслед за ними и у ряда мно-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

впечатляющие реалии современной генетики (а ей, заметим, всего-то сто лет от роду!). Да, именно так: генная инженерия и биотехнология трансформировали облик классической, канонической генетики, учебники по которой еще не успели покрыться пылью на наших полках.

Вот эпизод совсем недавний, но уже зафиксированный в исторической хронике науки. После 1998 года началась беспрецедентная гонка между 1100 учеными мирового сообщества, объединенными в проект «Геном человека», и частной акционерной фирмой «Celera Genomics». Эта гонка называлась, по сути, так: кто первым расшифрует весь (!) геном человека? Фирма, сконцентрировав мощную компьютерную базу и робототехнику, вырвалась вперед. Однако ее явные намерения извлекать выгоду от патентования состава фрагментов ДНК человека были приостановлены вердиктом: «Что создано Природой и Богом, не может патентоваться человеком». Мораторий! Благоразумно. Но надолго ли?

Мог ли себе представить такую фантазмагорическую картину основатель генетики Грегор Мендель, неспешно проводя год за годом в тиши монастырского садика свои опыты на горохе по выяснению законов наследования признаков? Впрочем, тут все ясно: как говорится, новое время — новые песни. Да и песни-то, признаем, очень интересные.

Финансирование гонки и участие в ней тысячи специалистов были основаны прежде всего на уверенности (или вере?): в генетике и биологии сейчас нет ничего более важного, чем тотальная расшифровка нуклеотидного состава ДНК; именно это напрямую может решить главные проблемы генетики и биологии, то есть будущего человечества. В общем, золотой ключик от потайной кладовой. Надо только его найти.

Но отнюдь не сказочные поиски золотого ключика обернулись непредвиденной реальностью и парадоксами. Оказалось, что лишь 3–5% генома человека кодируют белки и, воз-

Программа «Геном человека»: реальная польза или великий соблазн?

гоклеточных организмов (арабидопсис, нематода, два вида мушки дрозофилы). Полным ходом идет секвенирование (установление порядка чередования нуклеотидов) ДНК хромосом важных культурных растений — риса, кукурузы, пшеницы. И вот в начале 2001 года было торжественно возведено о принципиальной расшифровке всего генома человека —

то есть его ДНК, входящей в состав всех 23 пар хромосом клеточного ядра.

Эти биотехнологические достижения сравнивают с выходом человека в космос. Действительно, фантастика. Генная терапия наследственных болезней! Перенос генов из одних видов в другие (трансгенозис)! Молекулярная палеогенетика! Ну и другие

можно, еще около 15–20% участвуют в регуляции действия генов в ходе развития. Всего лишь!

И что, стоило огород городить, то есть расшифровывать геном человека? Да еще на основе такого финансового форсажа и информационного бума?

Есть повод для размышлений.

Эффект «слоненка Киплинга»?

Итак, повторим: как выяснилось благодаря международной программе «Геном человека», лишь 3–5% генов кодируют белки и еще около 15% ответственны за регуляцию генетического (индивидуального) развития. Какова же функция остальных фракций ДНК генома и есть ли она вообще, остается совершенно неясным. К тому же изученные гены сравнивают в геноме с небольшими островками в море неактивных, неинформационных последовательностей.

Уже в 70-е годы стало очевидным, что нет какой-то четкой связи между длиной ДНК и эволюционным статусом вида. Конечно, у бактерий ДНК меньше, чем у многоклеточных. Но, скажем, у человека ДНК в геноме столько же, сколько у гороха или кукурузы, но в пять раз меньше, чем у репчатого лука, и в двадцать раз меньше, чем у сосны. А лягушки, жабы и тритоны — тут среди явных чемпионов.

Дж. Уотсон, соавтор открытия двойной спирали ДНК, написав в середине 70-х годов академический учебник по молекулярной биологии гена, не мог скрыть своего удивления: «Кто бы мог подумать, что у некоторых рыб и земноводных обнаружится в 25 раз больше ДНК, чем у любого из видов млекопитающих!» А ведь, следуя Дарвину, полагали, что все изменения у организмов, и тем более в их ДНК, должны иметь адаптивный селективный смысл. Но «С-парадокс» (так называют этот феномен — от «С-Content»), то есть сравнительное количество ДНК в геноме видов, колебал эту догму. В составе хромосомной ДНК оказалось множество семейств факультативных элементов, которые повторены многие сотни и тысячи раз и заведомо ничего не кодируют. Зачем они? Почему?

Вот характерный пример. Около 10% всего генома человека составляет семейство так называемого Alu-мобильного элемента. Невесть откуда этот Alu, длиной в 300 нуклеотидных пар, когда-то в ходе эволюции появился у приматов (и только у них). Попав к человеку, Alu размножился до

полумиллиона (!) копий и затем причудливо расселился по разным хромосомам, то образуя сгустки повторов, то перемежая гены. Видимо, нет двух людей с одинаковым числом или положением таких повторов. Не исключено, что самоорганизующаяся целостная наследственная система может найти применение Alu, скажем, в регуляции действия генов. Однако, похоже, что в эволюции геномной ДНК действует принцип «слоненка Киплинга» (это, понятно, сугубо условное название).

Помните? Хобот у слоненка возник из-за его любопытства — желания узнать, что крокодил ест на обед. Ну, крокодил ему и устроил «обед»! Вначале слоненок огорчился носу-хоботу, но потом нашел ему разные полезные применения. Вот так и многократные повторы ДНК возникают и меняются по своим внутренним молекулярно-генетическим законам, но потом их вариациям, вполне возможно, может найтись полезная функция в геноме. В общем, «костюм на вырост».

Возникает вопрос: не привели ли колоссальные усилия по тотальному секвенированию геномов к сказочной ситуации — найти то, не знаю что?

Физикохимик и философ науки М. Полани в своей умной книге «Личностное знание» приводит поучительный пример из истории физики. В 1914 году Нобелевскую премию по химии присудили американцу Теодору Уильяму Ричардсу за скрупулезное, высокоточное определение атомных весов ряда элементов, и с тех пор его результаты до поры до времени никем не оспаривались. Однако после открытия изотопов, входящих в состав природных элементов в разных отношениях, ценность этих расчетов резко понизилась. И уже в 1932 году известный физик Фредерик Содди писал, что подобные измерения «представляют интерес и значение не больше, чем если определить средний вес коллекции бутылок, из которых одни полные, а другие в той или иной мере опорожнены». Хороший образ!

То же относится и к ДНК. В одних районах хромосом вполне достаточно генов, а другие их районы, причем на протяжении десятков и сотен тысяч оснований, могут содержать «junk», или мусор. И количество этого самого «junk DNA» у разных людей различно.

Итак, геном человека (кстати, какого человека? Говорят, шефа компании «Celera Genomics». Шутка.) прочитан. Что дальше? Возражения скептиков отнюдь не сняты. Ведь при чисто молекулярно-компьютерном ана-

лизе, если воспользоваться модным нынче термином, номинация определенного отрезка ДНК в ранг гена производится лишь на основе сугубо формальных критериев: есть «знаки генетической пунктуации», необходимые для считывания информации, или их нет? Роль, время и место действия большинства таких генов-«номинантов» остаются пока совершенно неясными. Даже об их числе сами участники программы «Геном» продолжают спорить. Это все равно что почтовому работнику раскладывать на кучки (классифицировать) анонимные конверты, не ведая, что там внутри и кому они адресованы.

Что наш геном? Игра!

Представить разгадку индивидуальности человека как пусть необычную, но все-таки научно-техническую задачу, напрямую связанную с расшифровкой состава его ДНК, пытаются не только всевозможные СМИ, но и некоторые международные авторитеты молекулярной биологии. Их немало. Однако (и вовсе не оппозиции ради) давайте определим, что же прежде всего следует вкладывать в понятие «геном».

Многие молекулярные биологи и генные инженеры имеют здесь в виду лишь упорядоченную совокупность оснований ДНК. При этом явно или непреднамеренно возникает непозволительная редукция: получается так, что в этом усеченном, узком смысле под геномом понимают всю наследственную систему клетки! Однако с позиций генетики и цитологии наследственную систему, или геном клетки, составляет не только структура ДНК-элементов, но и характер связей между ними. Последнее принципиально важно: именно такие связи определяют, как гены будут работать и как пойдет ход индивидуального развития в определенных условиях среды.

Стало быть, на самом-то деле налицо системная триада: элементы, связи между ними и свойства целостности. Отсюда, между прочим, следует важный вывод: знание одной лишь структуры, то есть числа и последовательности нуклеотидов в ДНК, вовсе не достаточно для описания генома. Аналогично тому, как сведения о числе и форме каменных блоков не раскрывают замысла готического собора и хода его постройки. И значит, из «голой», хотя и точной, ДНК маконта нельзя воссоздать вид самого маконта!

А.А.Любищев был в свое время единственным в СССР членом Меж-

дународного биометрического общества. В 60-е годы он опубликовал статью об ошибках применения математики в биологии. В той его статье разбирались два рода ошибок: от недостатка осведомленности и от избытка энтузиазма. Так вот, блестящие достижения в молекулярной генетике привели к избытку энтузиазма и соблазну уверовать, что достигнуто практически полное знание о природе наследственности.

И тут природа преподавала урок. Большинство генетиков оказалось плохо подготовленным к пониманию ряда экзотических и трудно объяснимых явлений в области неканонической наследственной изменчивости. Повторим, именно неканонической! И в конце XX века эта проблема неожиданно вышла за рамки чисто академических дискуссий.

Вот яркий пример последних лет истекшего столетия, когда одно из явлений неканонической наследственности вдруг стало предметом острых политэкономических дебатов глав правительств и парламентариев Европы. Речь идет об эпидемии «болезни бешеных коров». Эта болезнь распространилась в Англии в 80-е годы после регулярных добавок в корм коровам белков из утилизированных голов овец, среди которых, как потом выяснилось, встречались овцы, пораженные нейродегенеративной болезнью. Дальше ясно: заболели коровы — заболели люди, поедавшие их мясо.

В чем же причина? Оказалось, что инфекционный агент в данном случае — вовсе не ДНК или РНК (то есть некий ген), а белки, впоследствии названные прионами (от английского «prions» — protein infectious particles — белковые инфекционные частицы). Проникая в клетку хозяина, прионы навязывают свою аномальную конформацию (пространственную структуру) нормальным белкам-аналогам. Открывший прионы Стэнли Прузинер (нобелевский лауреат 1997 года) в итоговой статье вспоминал о «большом скепсисе», который в начале 80-х годов вызвала его идея о том, что инфекционные агенты «состоят из белков и ни из чего более». В то время это положение было еретическим. Ведь догма требовала, чтобы носители инфекционных болезней имели генетический материал — ДНК или РНК.

Впервые с прионами ученые столкнулись еще в 60-е годы. Однако в то время их генетическая семантика не была адекватно распознана и поведение прионов пытались истолковать в рамках классических генетических представлений — например, как «мед-

ленные вирусные инфекции» в исследованиях Д.Гайдушэка. (Напомним: в 1976 году он был удостоен Нобелевской премии за открытие принципиально нового инфекционного агента, который, передаваясь с экстрактами из тканей мозга, стал причиной эндемичного семейного заболевания «куру» в одном из племен Новой Гвинеи; члены этого племени ритуально поедали мозг своих особо уважаемых умерших сородичей.) Феномен прионов был обнаружен также у дрожжей и теперь считается не экзотикой, а скорее частным случаем явления динамического наследования, не связанного прямо с текстом ДНК. Чудеса в решетке? Нормальные чудеса.

Таким образом в «центральную догму» молекулярной биологии (ДНК — РНК — белок; то есть передача информации происходит лишь от нуклеиновых кислот к белкам) приходится внести возможность копирования, внутри- и межвидовой передачи измененной структуры белков. Вот такая там, в геноме и клетке, происходит игра!

Поэтому, говоря о геноме, тем более о его окончательной (!) расшифровке, одной лишь упорядоченной совокупностью оснований ДНК уже не отделаться.

Еще одно «правило Чаргаффа» и «правило Фолкмана»

И все-таки парадокс: почему в такой стремительно развивающейся области, как молекулярная биология, свободная конкуренция идей зачастую уступает место догмам, которые быстро принимаются на веру абсолютным большинством ученых, ревниво охраняются ими как миф, но вскоре оказываются ограниченными или вовсе несостоятельными?

Тут, как говорят медики, необходим диагноз. И один из наиболее точных диагнозов поставил патриарх молекулярной биологии, член Национальной академии наук США Эрвин Чаргафф. С его именем связано откры-

тие в начале 50-х годов регулярности парных соотношений пуриновых и пиримидиновых оснований в молекулах нуклеиновых кислот. Это знаменитое «правило Чаргаффа» стало предтечей открытия двойной спирали ДНК.

Так вот, Чаргафф в ряде своих критических эссе ностальгически вспоминает об ушедшей атмосфере и ценностях золотого века науки: *«Тогда еще можно было ставить эксперименты в прежнем смысле этого слова. Сейчас все трудятся над «проектами», результат которых должен быть известен заранее, иначе не удастся отчитаться в непомерных ассигнованиях, которых требуют эти проекты... Никто не опасался, что его немедленно ограбят, как это почти неминуемо происходит сейчас. Симпозиумов тогда созывалось немного, а их участники не представляли собой полчища голодной саранчи, жаждущей новых областей, куда еще можно вторгнуться».*

И дальше: *«Одно из главных несчастий моего времени — манипулирование человечеством с помощью рекламы. В области науки эта злая сила долгое время не проявляла себя... Однако к тому времени, когда появилась на свет молекулярная биология, все механизмы рекламы были готовы к бою. И вот тут-то сатурналии и разыгрались в полную силу. Все трудности, например, даже сейчас не очень понятный механизм расплетания гигантских двуспиральных структур в условиях живой клетки, просто отбрасывались с той самоуверенностью, которая позднее так ярко проявилась в нашей научной литературе. Это был тот самый дух, который вскоре принес нам «центральную догму», против чего я выступил, по-моему, первым, потому что никогда не любил наставников-гуру, пусть даже и с докторским дипломом. Я увидел в этом первые ростки чего-то нового, какой-то нормативной биологии, которая повелевает природе вести себя в соответствии с нашими моделями».* Запомним эти последние строки и выведем второе «правило Чар-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

гаффа»: наука биология не может повелевать природе вести себя по своим моделям!

Однако признаем: мнение Чаргаффа, при всей его саркастической меткости и красивых метафорах, все же настоянно на личных вкусах и предпочтениях. Ведь вполне естественна эйфория сообщества, если сделано важное открытие или крупное достижение в сфере науки и техники. Людям свойственен комплекс Пигмалиона. Однако в современных условиях на самом деле происходит резкое усиление действия «демона авторитетов», благодаря скорости и легкости телекоммуникаций и возможности манипулировать общественным мнением.

Но существует и другая причина возникновения скоротечных догм. Она связана с неизбежной узкой специализацией ученых, понижением их общебиологической образованности и интереса к истории науки. А эту последнюю, то есть историю науки, знать необходимо, чтобы, в частности, не повторять прошлых ошибок. Вот мнение профессора молекулярной генетики Гарвардской школы медицины, члена Национальной академии наук США Дж. Бэквиза, который входит в состав Рабочей группы по этическим, юридическим и социальным аспектам проекта «Геном человека»: *«Неумеренная пропаганда геномных программ отвлекает внимание и снижает финансирование работ в других областях науки, даже в пределах самой клеточной биологии (изучение мембран, физиологии клетки, электронной микроскопии). Наши знания структур и принципов функционирования клетки довольно ограничены. Каждые 10 лет открывается новая неизвестная надмолекулярная клеточная органелла. Каждое десятилетие обнаруживаются совершенно нео-*

жиданные новые стороны в строении и функции клеточных структур, известные уже более 100 лет назад, например той же ДНК... А события, связанные с первыми делениями зиготы, где определяются судьбы генов и будущий фенотип организма, нам известны, пожалуй, меньше, чем обратная сторона Луны».

Пропаганда «Генома человека» на публику создает искаженную картину, будто знание ДНК или молекулярной структуры гена решит все проблемы. К примеру, в 80-е годы широко распространилась идея, что главное в борьбе с раком — это познание активности группы генов опухолевого роста (онкогенов). При этом намеренно затушевывали или считали мало значимыми другие, тканевые и органые, уровни исследования факторов опухолевого роста. Но вот в 1998 году детский врач Дж.Фолкман из Бостонской детской больницы стал одним из самых популярных онкологов мира за открытие ангиостатиков — блокаторов роста кровеносных капилляров и сосудов (без них опухоль не может вырасти, даже если и образовался островок злокачественных клеток). Но до своего открытия, к которому Фолкман упорно шел многие годы, он в течение десяти лет был объектом насмешек на всех научных конференциях. По его воспоминаниям, когда он брал слово для доклада, зал тут же пустел, «как будто всем приспичило в туалет». Все просто: в то время биологи так зациклились на онкогенах и производимых ими белках, что любая теория возникновения опухолей, которая не вписывалась в эту схему, оказывалась в загоне. Поэтому было бы неплохо ввести в современный курс истории биологической науки вот это «правило Фолкмана»: работай, работай и не реагируй на то, что, как только ты вышел на трибуну, всем «тут же приспичило»!

И генетическая паспортизация всея Руси?

Соблазн быстрого успеха, основанный на «геномной эйфории», вызывает оправданную настороженность. Ведь существует, кстати, еще одна немаловажная проблема. Она называется «генетика и этика».

Вот, скажем, идея генетического паспорта, в котором, как прогнозируют, будет указано, несет ли конкретный человек ту или иную опасную для его здоровья мутацию (и, заметим, для здоровья его потомков). Говорят, что этим сведениям придадут конфиденциальный статус, хотя, не исключено, их будут сообщать в страховую компанию. Прекрасно, не правда ли? Вернее, жутковато. Потому что при слове «паспорт» всегда жутковато.

Так исподволь возникает новый вид дискриминации. Прецедент уже был: генетической паспортизации подверглись чернокожие американцы для выявления скрытой мутации гена гемоглобина — конкретно гена HbS, кодирующего аномальный белок, доза которого в случае гомозиготного состояния этого гена приводит к тяжелейшему заболеванию — так называемой серповидноклеточной анемии. Это заболевание до сих пор распространено в малярийных районах Африки.

Так вот, в рамках борьбы с малярией в 1972 году в США на паспортизацию истратили 115 млн. долларов. После выполнения программы неожиданно выяснились два негативных момента: 1) у здоровых людей, носителей данной мутации (гетерозигот), возникает комплекс вины; эти люди чувствуют себя не совсем нормальными, и такими же их воспринимают окружающие; 2) появились новые формы сегрегации: отказ в приеме на работу лишь на основании результата генетической диагностики.

Сегодня известны и другие социально-негативные примеры генетической паспортизации. Повествовать о них — тема для отдельной статьи. Поэтому укажем лишь, что речь идет о выявлении носительства генов некоторых действительно тяжелых наследственных болезней — например, хорее Гентингтона, которая у носителей этой мутации проявляется и начинает прогрессировать уже в достаточно зрелом возрасте (ген был клонирован в 1993 году). Казалось бы, здорово, однако... генетика и этика: такая паспортизация, как считают многие ученые и общественные деятели, приведет к созданию тайного «банка данных», о чем люди даже не



будут знать. А кто и как этим воспользуется?

Налицо ситуация, когда достижения науки опережают нравственную эволюцию человечества, и это проявляется даже в действительно цивилизованных странах.

Что делать? Думать. Думать, вспоминать и сопоставлять.

Налицо четкая параллель между евристическими соблазнами первых десятилетий XX века и началом века нынешнего. Эти непредвиденные последствия соблазнов метафорически воплощены у Булгакова в «Собачьем сердце». Профессор Преображенский, создав Шарикова, горестно восклицает: «Я заботился совсем о другом, о евристике, об улучшении человеческой породы...» (далее — см. эпиграф к данной статье). И еще: «Зачем надо искусственно фабриковать Спиноз, когда любая баба может родить его когда угодно».

Ну а чем закончилась история с Шариковым, вы, надеюсь, помните.

Трансгенетика — это посильнее, чем «Фауст» Гете!

Особенно опасны эксперименты по трансгенезу — созданию и выпуску в природу форм живых организмов с генами, пересаженными от других видов. Эту опасность мало кто из небиологов осознает всерьез.

Речь идет о роковой необратимости опытов по созданию трансгенных форм живых организмов. Можно закрыть атомную станцию, можно отложить высадку на Луну, прекратить использовать аэрозоли и ДДТ. Но бесполезно возопить: «Мама, роди меня обратно!» Нельзя вернуть назад биологическое время, когда новой формы жизни не было, нельзя повернуть ее вспять из биоценоза, ибо она начинает размножаться по своим непредсказуемым биологическим законам в сложной экосистеме. Еще в 1976 году упомянутый нами выше Чаргафф сказал: «Необратимое воздействие на биосферу представляет собой нечто столь неслыханное и бессмысленное, что мне остается лишь утешать себя тем, что я непричастен к этому. Гибрид между Геростратом и Прометеем способен дать дьявольские результаты».

Мощная биотехнологическая компания «Монсанто» из Сент-Луиса (США) создала и продвигает на рынок сорт картофеля, куда встроен бактериальный ген, который производит белок, токсичный для личинок колорадского

жука. Утверждается, что этот белок безвреден для человека и животных, а также для полезных насекомых. Однако страны Европы не дали разрешения на выращивание этого сорта в Европе. Сообразили! Тем не менее сорт испытывается в России.

Ну, если в России, то тут все по-нашенски! Процедура опытов с трансгенными растениями предусматривает строжайшую изоляцию делянок с подопытными растениями. Но... «на охраняемых полях с трансгенными растениями Института фитопатологии в подмосковном Голицыне рабочие-ремонтники из среднеазиатской республики утащили картошку, они просто выкопали ее ночью и тут же слопали» («Известия» от 11 августа 1998 г.). Вот вам вполне реальные перспективы биотехнологического Чернобыля!

Однако подобные кошмары происходят не только в родном Голицыне. Например, на юге Франции ген устойчивости к насекомым «перескочил» от культурных растений к растениям-вредителям. То есть именно благодаря вмешательству человека (хотя и с благими намерениями) сорняки получили дополнительное преимущество перед культурными растениями. Казалось бы, случайно, однако сколько таких случаев ожидает нас вскоре?

Поэтому озабоченность общества «Гринпис» естественна. Только она порой принимает варварские, анархистские формы. Например, летом 2000 года в Беркли и Дэвисе (Калифорния) студенты-«зеленые» забрались ночью на поле кукурузы и уничтожили опытные формы, над которыми многие годы велась селекция, не имеющая никакого отношения к трансгенезу. Это варварство показывает, что нарушилось взаимопонимание между учеными и обществом. Вот безрадостная статистика: после истории с коровьим бешенством в Великобритании ученым полностью доверяют лишь около 6% населения.

Другой пример опасного трансгенеза: в озера Шотландии выпустили лосося, который растет в десять раз быстрее обычного. Суть тут в следующем. В геном озерного лосося пе-

ренесли ген от холодоустойчивого вида рыб — бельдюги. Этот ген стимулирует выработку белка, действующего по типу антифриза: растворяясь в крови, он понижает температуру замерзания. Однако уже потом случайно выяснилось, что у озерного лосося этот ген бельдюги снимает блок с синтеза гормона роста. И соблазн коммерческого использования быстро растущего лосося оказался велик! Трансгенного лосося запустили в озера Шотландии (дескать, расти, миленький, расти и размножайся!), но при том скромно выразили надежду, что он, толстенький и сильный, потом не попадет в океан и не нарушит сложившееся популяционное равновесие между другими стадами лосося.

А если все-таки попадет и нарушит? Возникнет ситуация, смоделированная опять же Булгаковым, на сей раз в «Роковых яйцах»: присланные профессору Персикову из Южной Америки яйца анаконды для опытов по стимуляции роста были по ошибке почтового ведомства посланы на куриную птицеферму; разразилась катастрофа, от которой спасла только русская зима.

Когда фанфары возвещают об успехах, эпохальных достижениях и невиданных перспективах геномных программ, вновь вспоминается вывод булгаковского профессора Преображенского, который можно переформулировать так: не форсировать, не устраивать гонок, а идти параллельно и ощупью с природой. Параллельно и ощупью. Она, природа, нам, шибко разумным, все вовремя подскажет и нас же вывезет.

Вывод не оригинальный, но верный.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ





Гены и поведение:

Открыты ли за последние годы какие-либо новые гены, определяющие поведение?

Нельзя говорить, что гены определяют поведение. Можно сказать, что, например, поведение коррелирует с разными вариантами некоего гена. Но исследование этой корреляции чрезвычайно сложно. Скажем, в одной популяции она может присутствовать, а в другой — нет, в одной семье проследиваться, в другой — нет. Кроме того, у нас, как всегда, недостаточная статистика. К примеру, по поводу гена агрессивности до сих пор идут разговоры — открыли его или нет. И когда утверждают, что открыт ген, определяющий IQ, к этому следует относиться с большой осторожностью.

С уверенностью можно сказать пока только одно: все поведенческие особенности в значительной мере определяют генетический компонент, условно говоря, на 80%. Вариабельность поведенческих признаков коррелирует в основном с генетической вариабельностью и существенно слабее — с вариабельностью окружающей среды.

Но здесь ситуация всегда резко отличается от моногенной, когда за происходящее отвечает только один ген. Тяжелые наследственные моногенные заболевания изучать проще, чем генетику поведения. А ведь даже с моногенными болезнями дело обстоит сложнее, чем мы предполагали. Например, серповидноклеточная анемия в разных семьях протекает по-разному, поскольку другие гены модулируют этот признак.

Вы употребили мрачную формулировку: «Как всегда, недостаточная статистика». Не следует ли из этого, что достаточно слабые и сложные связи никогда не удастся надежно выявить хотя бы потому, что человеческая популяция ограничена?

Это мое субъективное мнение, но мне кажется, что мы находимся в окрестности некой критической точки... Мы ее еще не достигли, но к ней приближаемся. В этой точке выяснится, что мы исчерпали ресурс тех исследований, которые достаточно просты для

нас. Когда-то бытовала концепция «один ген — один фермент», потом стало ясно, что это не так, а вот сейчас появилась работа, в которой показано, что некоторый «один ген» кодирует по крайней мере 55 разных информационных РНК и теоретически может кодировать чуть ли не 38 тысяч. Это пока предварительная информация, ее надо проверять. Но, как правило, один ген — это много продуктов, которые часто находятся даже в антагонистических отношениях: один продукт процесс ускоряет, а другой продукт этого же гена — ингибирует.

Свои сложности есть и на уровне клетки. Если когда-то мы считали, что один сигнал действует на один рецептор, по некоторому каскаду передается в ядро и включает определенный ген (это называли «pathway» — тропинка, путь сигнала), то теперь мы говорим о «network» — сети: несколько сигналов, взаимодействуя, передаются в ядро, и сеть включает много генов одновременно (см. «Химию и жизнь», 2002, № 5).

Что в данном случае означает слово «одновременно»?

Для клеточных процессов «одновременно» — это в пределах минут и часов. Но ситуация не делается от этого простой. Современные ДНК-микрочипы позволяют проследивать параллельно экспрессию многих генов. Это позволило установить, что здоровая и раковая клетки отличаются поведением не одного, а сотен генов, и непонятно, какой из них важнее.

Еще один уровень сложности — взаимодействия клеток, которые важны для многоклеточных организмов. У нематоды 302 нейрона, которые образуют около 5 тысяч синапсов. У человека в мозгу около 10 миллиардов нейронов. Посчитайте, сколько они образуют синапсов. К тому же в процессе развития мозга каждый нейрон получал какие-то мутации. Поэтому двух одинаковых мозгов даже в одной семье не бывает — вариабельность заглушает все, что «говорят» гены, и только очень сильные генетические эффекты пробиваются сквозь этот шум.

Мы пытаемся двигаться вперед, представляя сложное, как конструкцию из простых элементов, и все более тщательно их изучая. Это называется редукционизм. У такого подхода есть ограничения, и не исключено, что мы сейчас входим в зону действия такого ограничения. Некоторое время назад в «Science» была целая дискуссия на тему изучения сложных систем, и один исследователь выразился так: «Пора понять, что все более точное определение длины С-С связей ничего не дает для понимания работы мозга».

Ну, это красивая формулировка... А на самом деле, видимо, просто на каждом этапе изучаемого нужен свой язык описания, который будет наиболее эффективен?

Мы все время надеялись, что вот-вот все поймем. Например, такое построение было при исследовании транспортных РНК в самом начале эпохи определения последовательностей нуклеотидов в ДНК, да и позже. Разумеется, мы многое понимали, но природа всякий раз оказывалась сложнее. Это же произошло при исследовании генома человека. Хорошо, мы его прочитали, а что дальше?

Толстенная книга на непонятном языке, буквы знакомы, но что означают слова?

Да. И на клеточном уровне многое остается за рамками нашего понимания. Будем надеяться, что появятся новые методологии, позволяющие исследовать клетку как целое. Потому что сейчас существует колоссальный разрыв между нашим умением исследовать гены и нашим пониманием того, как образуются признаки. Есть прекрасные карты хромосом, мы знаем, что делают многие гены, но мы не знаем, как они это делают. Мы знаем, какие гены определяет волосатость уха, но как именно они управляют ростом волос? Чем сложнее система, тем мы хуже понимаем принцип ее работы, а поведение — это продукт деятельности поведения одной из самых сложных систем: мозга.

ЧТО МЫ ЗНАЕМ И ПОЧЕМУ МЫ ЗНАЕМ ТАК МАЛО



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Как исследователь выделяет ген, ответственный за тот или иной эффект? Он ищет его среди генов-кандидатов, причем пытается понять, как именно действует виновник. Предположим, он ищет ген, влияющий на агрессивность. Среди подозреваемых он видит ген, оказывающий действие на синтез фермента моноаминоксидазы. Этот фермент разрушает моноамины, выделяющиеся при агрессии. Если их не разрушать, у индивида будет долго сохраняться состояние возбуждения после агрессии. Ему наступили на ногу в метро, а он дошел до работы и накричал на ни в чем не повинного приятеля. Можно счесть этот ген тем самым «геном агрессии», однако на агрессивность могут влиять и другие гены.

Но закрепление тех или иных признаков должно зависеть от того, как люди выбирают себе партнеров — с таким же признаком или с дополнительным. Если агрессивный партнер чаще сочетается с неагрессивным, уступчивым, то накопления признака происходить не будет, если же умный сочетается с умным (ассортативность по IQ есть), то возможно накопление признака и разделение общества на «типы»?

Эта гипотеза имеет право на существование. По крайней мере, для животных это проходит — все мы знаем, как выводят породы с желаемым поведением. Но при этом имеет место значительный инбридинг. Что касается человека, то мы ничего не знаем о генетике составления пар. Монозиготные близнецы вроде бы подбирают себе партнеров, похожих по фенотипу, однако надежность этих данных невелика. В значительной мере на подбор пар влияет не поведение, а какие-то другие факторы, важна в этом деле и роль случайности. Поэтому накопление не может быть значительным. Кроме того, случайные мутации, возникающие все время, тоже уменьшает возможное накопление.

Что же касается ассортативности по IQ, то сам коэффициент интеллектуальности — по определению интегральный признак, а на подбор пар могут влиять отдельные его компо-

ненты. Далее, всегда, когда речь идет об анализе сложных ситуаций, могут быть не вполне надежны исходные данные. Скажем, мы ищем ген, ответственный за ишемическую болезнь сердца. Но откуда мы знаем, всегда ли был правилен диагноз? Любая статья на эту тему начинается с анализа надежности исходных данных.

А откуда берутся данные по поведению людей и насколько эти данные достоверны?

Поведение животных можно наблюдать в эксперименте. Поведение людей анализируется в основном методом интервью — человек отвечает на вопросы о своем поведении. Но человек может быть неточен, может хотеть себя приукрасить, может чего-то стесняться и т. д. Даже в анонимной анкете.

Тогда на пути получения данных возникает еще одно препятствие, кроме ограниченности выборки, — это этические соображения, недопустимость некоторых экспериментов на человеке.

Да.

Скажите, а может ли общество начать управлять своей генетикой следующим образом: пропагандировать определенный тип поведения как «истинно мужской», например активный, склонный к поисковому поведению, эта идея встретит поддержку у женщин, они начнут чаще выбирать именно таких мужчин и общество станет медленно дрейфовать в этом направлении. Такое возможно?

Наверное, возможно. Собственно, в каком-то виде это и происходило. Был же период, когда мальчики мечтали о военной карьере, а у женщин были особенно популярны браки с военными. Но это не приводит к наследуемым эффектам. Биология успешно сопротивляется попыткам управления. Возьмем, к примеру, восточные республики бывшего СССР — казалось, там вполне усвоена советская культура. Однако как только пресс исчез, все релаксировало. Национальный характер существует, это очевидно, но я не знаю и никто не знает, как он формируется. Вообще, все, что мы говорим в этой области, — на уров-

не гипотез. Например, в России всегда подавляли того, кто выделялся, кто хотел нового, и сейчас тоже наблюдается подобное. Но как это называется на формировании национального характера, мы не знаем, и даже не знаем, что здесь причина, а что следствие.

Последний вопрос. Может ли человек как-то применить лично к себе то, что мы сегодня знаем? Скажем, зная какие-то особенности жизни и характера своих родителей, учитывать это в своем поведении. Например, если он может предполагать у себя наследственную повышенную агрессивность, считать в момент раздражения не до десяти, а до двадцати?

Есть такая восточная поговорка — в молодости у человека такое лицо, которое ему дали родители, а в старости такое, какое он заслужил. Я думаю, что взрослый человек в обычных, не стрессовых ситуациях вполне способен формировать свое поведение. Отчасти поэтому человек и меняется с годами.

В стрессовых же ситуациях человек скорее будет вести себя так, как ему диктует геном, а не воспитание. Знаете, есть такая поговорка: «Он хороший человек, без особой нужды отца родного не продаст». Трудно предсказать, что человек будет делать, когда ему начнут загонять иголки под ногти. У большинства людей ведь нет опыта поведения в таких ситуациях. Кроме того, трудно получить данные о поведении человека в стрессовой ситуации в чистом виде, потому что в таких ситуациях часто имеет место мощное социальное давление или социальная поддержка — «на миру и смерть красна». Что же касается использования генетических факторов поведения родителей для прогноза поведения человека, то можно сказать, что с какой-то вероятностью человек наследует поведенческие особенности, но мы пока не знаем надежно, с какой именно.

Интервью брал

Л.А.Ашкинази



Биохимия на рубеже веков

Артур Корнберг

Во второй половине XX века возникла новая наука — молекулярная биология с ее более геометрическим и информационным, нежели химическим подходом к внутриклеточным процессам. Представители этого молодого, быстро развивающегося, а потому несколько агрессивного направления порой недооценивают роль классической биохимии, и задетый подобным небрежением Эрвин Чаргафф даже съязвил, что «молекулярная биология — просто вывеска, под которой можно использовать ноу-хау биохимиков, не получив на то лицензии».

Рождение и нынешние успехи молекулярной биологии были подготовлены именно биохимиками, и одним из ее основателей стал крупнейший специалист по энзимологии ДНК Артур Корнберг. Он родился в 1918 году в Нью-Йорке, окончил медицинский факультет Рочестерского университета. Во время учебы там заболел инфекционным гепатитом, а по выздоровлении написал свою первую научную статью — «Случай желтухи у здорового в остальных отношениях студента-медика». Работал в Нью-Йоркском университете ассистентом известного биохимика Северо Очоа, затем в Вашингтонском университете (в Сент-Луисе) в лаборатории супругов Кори, изучавших каталитический обмен гликогена, с 1959 года — профессор и завкафедрой в Станфорде.

В 50-е годы Корнберг выделил и очистил фермент, отвечающий за синтез ДНК у *E. coli* (его назвали ДНК-полимеразой), что стало выдающимся достижением. Он изучал ферментативный синтез самой главной молекулы, механизмы регуляции этого процесса. В 1959 году вместе с Очоа, который синтезировал РНК, был награжден Нобелевской премией по физиологии и медицине (а двумя годами ранее лауреатами стали Карл и Герти Кори, так что с учителями ему повезло). В 1967 году Корнберг впервые осуществил в пробирке полный синтез биологически активной молекулы ДНК одного из фагов.

Он написал несколько книг, и его фундаментальное руководство «Синтез ДНК» переведено на русский язык (М.: Мир, 1977). В заключительной главе книги он говорил о возможностях и опасностях генной инженерии и о возросшей ответственности ученых, работающих в этой области.

В 1994 году (№ 5) «Химия и жизнь» напечатала текст доклада Корнберга «Жизнь как химия», с которым он выступил на съезде Американской ассоциации по клинической химии. Теперь мы публикуем его статью, написанную для журнала «Trends in Biochemical Sciences» (1997, № 8).

Сто лет современной биохимии

В 1897 году Джозеф Джон Томсон открыл электрон, что вместе с другими прорывами в физике, сделанными примерно в то же время, предопределило расцвет этой науки в первой половине XX века. И в том же году произошло очень важное событие в изучении живого — немецкий химик-органик Эдуард Бухнер обнаружил, что отжатый из дрожжей сок, то есть не содержащий клеток экстракт, вызывает сбраживание глюкозы до этилового спирта и углекислого газа. Он приписал этот эффект действию определенного энзима, или фермента, названного им «зимазой».

Работа Бухнера опровергла сложившееся ранее твердое убеждение, что брожение возможно только при наличии живых клеток, и ознаменовала собой рождение современной биохимии. (В 1907 году Э.Бухнер получил Нобелевскую премию, а в 1914 году был призван в армию и погиб на румынском фронте в 1917 году. — Л.К.)

Последующие, занявшие сорок лет исследования бесклеточного брожения показали, что функцию гипотетической зимазы на самом деле выполняет дюжина различных ферментов, проводящих отдельные реакции. Удалось полностью реконструировать метаболические пути, иначе говоря, понять весь процесс на молекулярном уровне, что стало залогом дальнейших успехов энзимологии и вообще биохимии.

Поскольку в последние десятилетия в связи с появлением молекулярной и клеточной биологии эти уже классические науки несколько отошли в тень, мне хотелось бы поговорить об их отличительных чертах и о роли, какую они сыграют в будущем.

1. Преобразование молекул во внутриклеточной среде происходит с помощью ферментов. Скажем, разделение двух нитей ДНК проводит целая группа хеликаз, ее репликацию — многие другие ферменты; в сворачивании белковых цепей участвуют шапероны.

Химики, ранее не интересовавшиеся ферментами, все чаще используют эти высокоспецифичные и эффективные катализаторы в промышленных технологиях. Но для этого они обычно изолируют ферменты и потому слабо представляют их «социальные» свойства — способность взаимодействовать друг с другом, а также со структурными белками, с мембранами и клеточными органеллами. Подобные макромолекулярные комплексы производят каскады реакций, обеспечивающих обмен веществ, в котором заключена суть жизни.

Биологи, как правило, тоже не вникают в тонкости энзимологии, и для них

ферменты, каждый из которых представляет собой яркую молекулярную индивидуальность, — просто продукты генов, различающиеся по последовательностям аминокислот.

2. Биологические события биохимики прежде всего пытаются воспроизвести в бесклеточной системе. Сначала они разлагают сложный процесс на отдельные компоненты и подбирают необходимые условия (температуру, pH, ионный состав, набор кофакторов) для проведения каждой реакции. После этого они стремятся и часто оказываются в состоянии реконструировать *in vitro* весь процесс. Это приближает их к пониманию того, как все происходит в живой клетке, в которой согласованно идут тысячи различных реакций.

3. Понытно, что, скажем, репликацию плазмиды или генома *E.coli*, которая занимает минуты, значительно удобнее изучать, чем удвоение хромосом клеток высших организмов, требующих часов или дней. И хотя в удвоении генетического материала эукариотических клеток есть много важных отличий, общая схема процесса и набор участвующих в нем ферментов у прокариот и эукариот схожи.

Сохранение базовых молекулярных механизмов на протяжении сотен миллионов лет эволюции, их единство в бактериях, грибах, растениях и животных подтверждено на множестве явлений. Универсальность биохимии стала одним из самых великих прозрений XX века.

4. Аффинная хроматография и другие методы разделения и идентификации веществ в огромной степени облегчили получение ферментов. Даже совсем малой их гомогенной фракции бывает достаточно, чтобы определить последовательность аминокислот в полипептиде и выявить кодирующий его ген. Изменяя экспрессию этого гена, от полного его выключения до избыточного синтеза кодируемого им белка, и наблюдая за физиологическими последствиями, выясняют функцию фермента *in vivo*.

В отличие от обычной генетики, где по изменениям фенотипа, вызванного мутациями в геноме, находят соответствующие гены, что позволяет затем перейти к белкам, при таком подходе применяют как бы обратную генетику — начинают работу с ферментов, добытых обычными биохимическими методами.

5. Очистка того или иного фермента вознаграждается возможностью получать продукт катализируемой им реакции в необходимом количестве (если нужно, его помечают радиоактивным изотопом). Такой продукт служит субстратом следующей реакции, которую начинают изучать. Так постепенно, шаг за шагом, распутывают клубки реак-

ций, обнаруживают новые ферменты и определяют их функции.

Например, исследования синтеза ДНК привели к открытию полимераз, лигаз, нуклеаз и других ферментов, которые теперь широко применяют в методе рекомбинантной ДНК, в генной инженерии. А моя теперешняя работа по неорганическому полифосфату позволила обнаружить у *E.coli* и дрожжей новые ферменты, обеспечивающие перестройку их метаболизма при нехватке в среде питательных веществ.

Что век грядущий нам готовит?

Будущее создают, а не предсказывают. Ученые и профессиональные футурологи обычно не способны предвидеть подлинно революционные перевороты в фундаментальной науке и ее приложениях. Так, в физике ни сами изобретатели транзистора и лазера, ни другие специалисты не могли вообразить, какие широчайшие применения найдут себе вскоре эти новшества. Появление метода рекомбинантной ДНК в 1972 году совсем не сразу привело к пониманию возможностей генной инженерии в фармакологии и биомедицинских исследованиях.

Относясь в целом скептически к прогнозированию в науке, я все же выскажу некоторые соображения о задачах, стоящих перед биохимией в наступающем веке.

1. В последнее время снижается внимание к микробиологии, но появление все новых и новых, причем устойчивых к лекарствам бактерий напоминает людям, что они, как и животные, просто редкие исключения в мире, принадлежащем микробам.

Биохимия находится в центре борьбы с болезнетворными бактериями, а изучение микроорганизмов, которые могут существовать в экстремальных условиях, даст, как это случалось и в прошлом, новые биотехнологии.

2. Методы биохимии, которые позволили раскрыть принципы работы печени, почек, иммунной системы, наверняка приложимы и к изучению мозга. Идею, что все человеческое поведение основано на химических реакциях и электрических сигналах, не всем легко принять. Однако нейрохимии уже смогли выяснить некоторые молекулярные процессы, ответственные за смену настроения, сон и психические болезни. Правда, пока это лишь отдельные островки в океане нашего незнания.

3. По-прежнему актуальна борьба с витализмом. Л.Пастер открыл, что дрожжи вызывают спиртовое брожение, и после многих безуспешных попыток реализовать его в бесклеточном



РАЗМЫШЛЕНИЯ

экстракте он пришел к выводу, что этот процесс неотделим от живой клетки; по Пастеру, «нет ферментации без жизни». Противоположную точку зрения долгое время высмеивали, что затормозило развитие биохимии на несколько десятилетий.

Даже когда такой взгляд был полностью опровергнут (Бухнер сделал это через два года после смерти Пастера), нидерландский микробиолог А.Клюйвер, известный работами по систематике бактерий, утверждал, что метаболизм жирных кислот слишком сложен, чтобы его можно было наблюдать в бесклеточной системе. Подобные мысли возникают, когда мы, изучая то или иное сложное явление живой природы, заходим в тупик. Впав в отчаяние, некоторые ученые призывают на помощь *vis vitalis* (жизненную силу).

4. Клонирование и расшифровка генов дают сведения, объем и значение которых будут возрастать. Использование биочипов, компьютерных банков данных поможет не утонуть в этом море информации. Биохимики должны будут определять функции продуктов генов, выяснять их возможные посттрансляционные модификации, взаимодействия между собой.

Биохимия служит универсальным языком и основанием всех биомедицинских наук и сохранит свое значение в постгеномную эру. Ведь любое явление в организме для полного его понимания должно быть «опущено» на молекулярный, биохимический уровень. Хотя для разгадки тайны жизни нужно будет пройти и обратный путь, то есть совершить восхождение к целостности.

Фредерик Гоулэнд Хопкинс, «отец» британской биохимии и один из основателей витаминологии, сказал в Бойлевской лекции 1931 года о биохимиках так: «Возможно, последнее слово в изучении живого скажут не они, но без них это последнее слово вообще никогда не будет сказано».

Предисловие
и сокращенный перевод
с английского

Л.Каховского

Туберкулез в России и в мире: история болезни

Кандидат физико-математических наук
Е.М.Андреев,
кандидат экономических наук
Т.Л.Харькова,
Институт народно-хозяйственного
прогнозирования РАН

Вообще, товарищи... лично я туберкулезу только благодарный. Сами посудите, бесплатно жил в замечательных здравницах. Людей посмотрел, себя показал. В прошлом году в Теберде был восемь месяцев. Высокогорный курорт, живописное место, культурное общество, медицинские сестры...

Василий Аксенов
«Товарищ красивый Фуражкин»

В массовом представлении с туберкулезом к концу XX столетия медицина окончательно справилась, как когда-то справилась с более грозными инфекциями — оспой и чумой. Так почти и было, но вот...

Резкий подъем заболеваемости туберкулезом в России возник совершенно неожиданно. Если в 1987 году

число больных с впервые установленным диагнозом активной стадии этого заболевания составляло 61 870 человек, то к 2000 году оно возросло до 130 685, а число умерших от туберкулеза за тот же период увеличилось с 11 446 до 26 587 человек. То есть менее чем за пятнадцать лет число заболевших выросло в 2,1, а умерших в 2,3 раза*.

Сухая статистика XX века

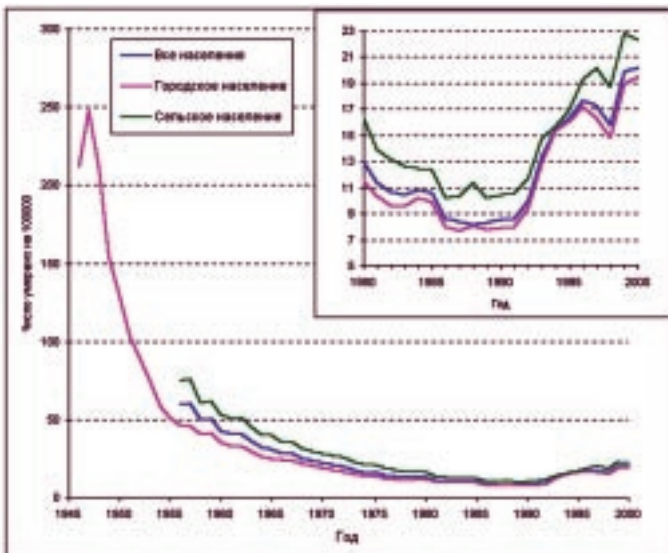
Принято считать, что в дореволюционной России туберкулез (его тогда называли бугорчаткой) был очень распространен. Это действительно так.

* Здесь и далее все статистические показатели достоверно представлены на основе данных Минздрава Российской Федерации.

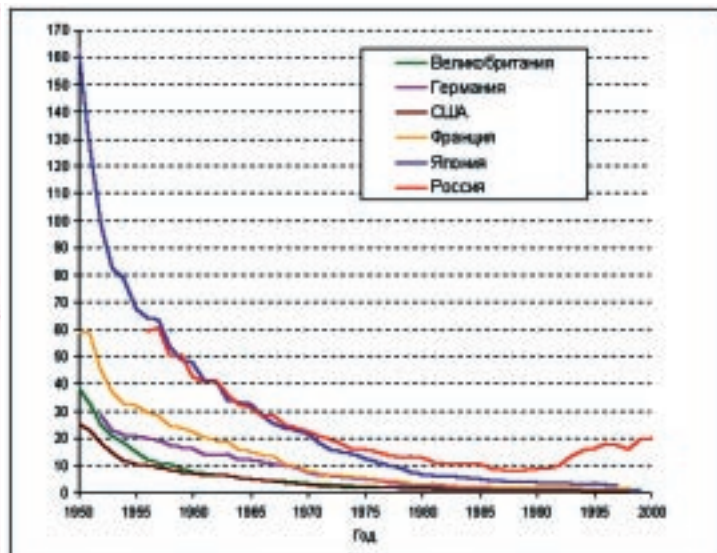
Согласно Брокгаузу и Ефрону, «почти 1/7 людей умирает от нее» (то есть бугорчатки). В 1927 году в городах европейской части России от туберкулеза умерло 29 978 человек, что составило почти 11% от общего числа умерших в том году.

Надо признать, что Советская власть сразу же развернула последовательную и весьма эффективную борьбу с туберкулезом. В 1918 году в Москве был открыт первый туберкулезный диспансер, к 1925 году их число в России выросло до 223, а к 1940-му — до 554. Главным средством первичной профилактики заболевания стала почти повсеместная вакцинация с использованием БЦЖ (сокращенно от «бацилла Кальметта–Герена») — вакцины, созданной еще в 1925 году. И тем не менее основные успехи в борьбе с туберкулезом в России были достигнуты только после Второй мировой войны.

Опять статистика. В 1948 году в городах России от туберкулеза умерло 16,6% от общего числа умерших. Однако уже через два года этот показатель снизился до 12,3%, при этом



1
Смертность от туберкулеза городского и сельского населения России и стандартизованный коэффициент смертности в расчете на 100 тыс. человек (вверху)



2
Стандартизованный коэффициент смертности от туберкулеза (в расчете на 100 тыс. человек) в шести странах за период с 1950-го по 2000 год

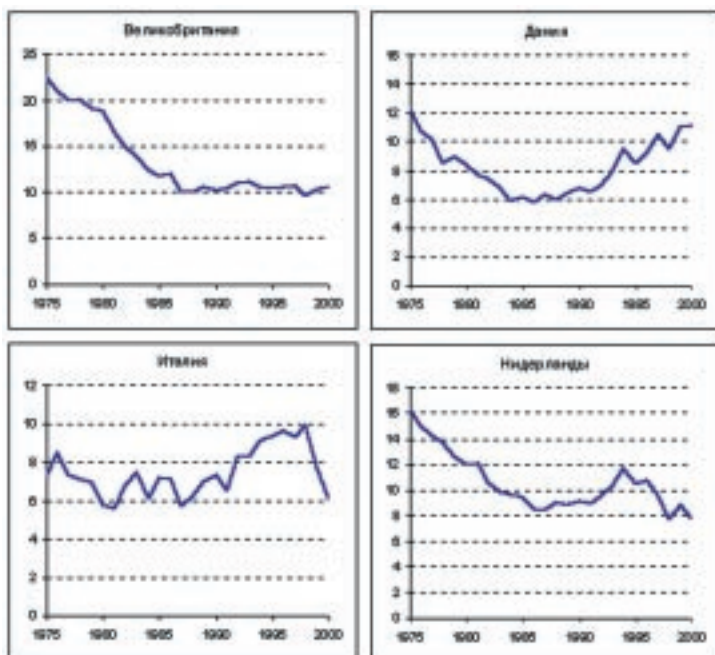


Таблица 1
Заболеваемость туберкулезом в странах
Восточной Европы

Число вновь выявленных случаев на 100 тыс. населения

	1983– 1985	1986– 1988	1989– 1991	1992– 1994	1995– 1997	1998– 2000
Болгария	36,4	32,6	27,7	25,8	34,4	37,8
Венгрия	49,4	45,8	42,3	36,1	38,2	41,7
Польша	71,8	63,5	55,2	44,6	43,3	41,4
Румыния	59,7	59,3	56,8	64,9	78,5	101,2
Словакия	47,7	43,7	37,5	29,1	32,4	29,8
Чехия	43,3	38,2	25,3	18,9	19,2	18,7

3 Заболеваемость туберкулезом (число вновь выявленных случаев на 100 тыс. населения) в Великобритании, Дании, Италии и Нидерландах с 1975-го по 2000 год

стандартизованный коэффициент смертности от туберкулеза (в расчете на 100 тысяч живущих городских жителей) составил 130. Для сравнения: в том же 1950 году на 100 тысяч населения от туберкулеза умерло в Голландии 22, в США 25, в Великобритании 39, во Франции 59, в Японии 162. То есть, несмотря на несомненные успехи, наш прогресс в деле борьбы с туберкулезом по сравнению с Западом был тогда более чем относительным. И все-таки — прогресс.

Далее — 1956 год. В целом по России (с учетом городского и сельского населения) доля умерших от туберкулеза составила уже 5,3% (против 12,3% в 50-м). Стандартизованный коэффициент смертности снизился до 46 на 100 тысяч в городах и 75 в сельской местности, а в целом по России — до 60. Таким образом, показатель смертности в городах за шесть лет (с 1950-го по 1956-й) сократился в 2,8 раз.

Это, конечно, существенно. А что на Западе? Отметим: снижение смертности от туберкулеза в те годы было всеобщим. Так, в Голландии коэффициент снизился до 6,6, в Великобритании до 12,2, в США до 9,9, во Франции до 29, в Японии до 64*.

Этот последний показатель на тот период почти сопоставим с россий-

ким. И все-таки тенденция была налицо: постепенное снижение смертности от туберкулеза в городах и селах России, не говоря уже о Западе, где, исключая только Францию, темп снижения был быстрее, чем у нас.

А дальше — на первый взгляд парадокс! — ситуация в корне изменилась, причем во всем мире. Постепенно замедляясь, снижение показателей смертности от туберкулеза продолжалось лишь до конца 80-х (рис. 1). Но тогда, в самом демографически благополучном для России 1987 году, мы находились лишь на 60-м месте среди 80 стран, которые предоставляют во Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ) сведения о смертности от туберкулеза. Да, лучше, чем в Кувейте, но хуже, чем в Сан-Луция.

Здесь интересно сравнить снижение показателей смертности от туберкулеза в России и пяти странах: Великобритании, Германии, США, Франции и Японии (рис. 2). В чем главное отличие российского варианта снижения смертности? Не в высоком стартовом уровне (в Японии, как мы говорили, он был даже выше), ни в темпе снижения (здесь даже различия тоже не бросаются в глаза), а в том, что смертность от туберкулеза в России стабилизировалась, практически перестала снижаться еще в начале 80-х, при значительно более высоком уровне, чем в остальных сравниваемых

здесь странах. В том самом благополучном 1987 году смертность от туберкулеза в России составляла 8,4 на 100 тысяч, в Великобритании — 1,0, Германии — 1,5, США — 0,8, Франции — 1,8, Японии — 4,1. Да, у нас, как всегда, похуже, если говорить об уровне жизни и здравоохранении (то есть о людях, а не о ракетах), и тем не менее все бы ничего, если бы не...

Эффект конца 80-х

Повсеместное быстрое снижение смертности от туберкулеза после Второй мировой войны, конкретно в 50 — 60-е годы, во многом связано с открытием и внедрением в медицинскую практику новых медикаментозных методов лечения этой болезни — противотуберкулезных антибиотиков. Конечно, немалую роль сыграло и повышение общего жизненного уровня, улучшение жилищных условий (это особо касается городского населения СССР), однако главное определялось эффективным лечением.

Так продолжалось еще пару десятилетий. И вот к концу 80-х годов во многих странах мира наметилось некоторое тревожное неблагополучие. Нет, речь шла не о росте смертности от туберкулеза. Смертность от туберкулеза вообще нигде за пределами бывшего социалистического лагеря не увеличилась (об этом — ниже). Однако число вновь заболевших тубер-

* Показатели по зарубежным странам взяты из базы данных ВОЗ.

**Заболеваемость и смертность от туберкулеза среди населения
бывших республик СССР на 100 тыс. населения**

	Число вновь выявленных заболеваний					Число умерших*			
	1986– 1988	1989– 1991	1992– 1994	1995– 1997	1998– 2000	1989– 1991	1992– 1994	1995– 1997	1998– 2000
Азербайджан	51,1	55,5	42,7	39,6	49,9	12,6	17,7	18,8	19,2
Армения	23,5	24,1	19,0	17,5	22,1	4,4	4,2	4,9	4,8
Белоруссия	54,3	43,0	34,5	33,4	48,8	4,5	5,7	6,7	8,0
Грузия	38,1	34,4	29,3	48,2	108,2	7,2	9,1	8,2	6,7
Казахстан	85,7	81,0	76,3	63,2	71,5	14,8	23,8	44,1	33,4
Киргизия	52,4	51,7	51,2	56,4	75,6	13,1	18,6	23,0	27,3
Латвия	41,9	40,4	33,8	36,7	58,8	7,2	12,9	12,7	12,2
Литва	41,9	39,5	37,9	45,0	63,8	8,4	12,0	11,9	10,0
Молдавия	69,3	67,1	50,1	47,3	63,8			13,1	17,1
Россия	52,0	47,7	41,0	37,7	63,3	9,1	14,7	16,5	19,9
Таджикистан	58,4	55,3	48,8	26,9	26,8		12,2		13,2
Туркменистан	50,8	52,1	59,7	62,2	46,8	16,8	22,0	27,5	
Узбекистан	50,3	50,0	50,3	44,8	53,6	12,9	15,1	18,5	
Украина	48,3	45,1	37,2	35,2	44,8	9,7	12,7	17,0	21,3
Эстония	37,7	32,8	26,1	29,0	43,5	5,8	9,2	9,7	9,8

* Стандартизованный коэффициент смертности.

кулезом перестало снижаться, а кое-где увеличилось. Это хорошо видно на рис. 3.

Более заметное ухудшение ситуации с заболеваемостью произошло в отдельных странах Восточной Европы (табл. 1), хотя и здесь уровень смертности от туберкулеза продолжал снижаться или оставался стабильным.

Совершенно иначе развивались события в странах, возникших в результате распада СССР (табл. 2). Во многих из них, в том числе и в России, рост смертности от туберкулеза начался практически синхронно с ростом заболеваемости; в других из этих стран возрастала только смертность.

Итак, фактически с начала 90-х годов ушедшего века почти во всех странах Западной и Восточной Европы был зафиксирован достоверный рост заболеваемости туберкулезом, а в отдельных странах — еще и рост смертности от этого заболевания. Тенденция налицо. Но прежде чем говорить о ее возможных причинах, вернемся к ситуации, сложившейся в современной России.

За одиннадцать лет, с 1990-го по 2001 год, число больных с впервые установленным диагнозом активного туберкулеза увеличилось в 2,58 раз, а число умерших от туберкулеза возросло почти в 2,5 раза. Ситуация если еще не катастрофическая, то очень тревожная. Все зависит от того, что будет дальше. А именно: как поведет себя общество и его здравоохранение, чтобы справиться с разгулом этого заболевания — вечного спутника человечества. Поэтому теперь все внимание — на географическую карту России.

Туберкулез по-нашенски

Если говорить о самом печальном — о смертности от туберкулеза в России, то тут, учитывая огромную территорию страны, картина весьма неоднородная. Например, этот показа-

Распределение регионов России по уровню смертности от туберкулеза в 1999–2000 гг.

Стандартизованный коэффициент (на 100 000)	Число регионов	Доля проживающего в них населения	Плотность населения
< 10	10	11,7	7,4
10–15	20	24,9	6,0
15–20	20	22,9	20,5
20–25	15	18,8	17,3
30 <	23	21,2	5,6
Всего*	88	99,5	8,5

* Без данных по Чечне.

тель за 1999 — 2000 годы в Эвенкийском автономном округе составил 2 на 100 тысяч, а в Республике Тува — 93. Разброс колоссальный. В целом же по России в эти два года стандартизованный коэффициент смертности от туберкулеза был равен 18,9 на 100 тысяч населения.

Представленная на рис. 4 карта позволяет увидеть эти различия. Красная зона самой высокой смертности вытянулась вдоль южной границы России от Курганской области до Приморского края. Три розовых «острова» — Омская область, Республики Алтай и Бурятия. Еще одна компактная группа — в Нижнем Поволжье: Астраханская и Волгоградская области и Калмыкия. Кроме того, в эту группу с самой высокой смертно-

стью входят Кабардино-Балкарская Республика, Корякский автономный округ, Тульская и Новгородская области — в целом 23 субъекта Федерации, где проживает 21% населения России (табл. 3).

Но не все так ужасно. Более благополучные по уровню смертности от туберкулеза темно-синяя и отчасти голубая зоны тяготеют к Северу. В голубой цвет окрашены Челябинская область, Башкирия, Татария, Ульяновская область, Республики Чувашия, Мордовия и Мари Эл. Эта полоса немного не доходит до окрашенных в голубой цвет Московской и Липецкой областей, прерываясь на Рязанской. Москва же входит в десятку регионов с низкой смертностью, а Санкт-Петербург — во вторую группу. Двад-



4
Смертность от туберкулеза (стандартизованный коэффициент на 100 тыс.) среди регионов России в 1999 — 2000 годах

цать регионов — соответственно 20,5% населения России — относятся к средней группе (отметим, что это и самая густонаселенная группа регионов).

Вот такая туберкулезная география, зафиксированная в России к концу XX столетия. Кажется, здесь не одна страна, а три.

Кто виноват и что делать?

Эти вопросы относятся к здравоохранению не только российскому, но в целом и к мировому, ибо, как мы показали выше, рост заболеваемости и смертности от туберкулеза в конце XX века стал проблемой планетарной.

Известная по всем мире Гарвардская медицинская школа по заказу Института «Открытое общество» в середине 90-х провела специальное исследование, результат которого — увесистый том с выразительным названием «Лекарственно устойчивый туберкулез — угроза человечеству» (полный английский текст можно найти на сайте Института «Открытое общество» <http://www.soros.org/tb/>, а русский перевод второй, «русской», главы <http://www.tuberculosis.ru/ski-1.htm/>).

В чем суть этого исследования? С момента открытия противотуберкулезных препаратов началось обычное соревнование фармацевтов и возбудителей болезни. Именно так: ведь

всякий живой организм, в том числе возбудитель туберкулеза (палочка Коха), стремится приспособиться к новым условиям среды, к успешному выживанию в теле хозяина (в данном случае — человека). И возникающая в ряду поколений бактерий устойчивость к новым антибиотикам — явление широко известное науке не только в отношении туберкулеза.

Так появились возбудители-мутанты, и, чтобы их победить, надо было создавать новые противотуберкулезные антибиотики, ну а последние, естественно, стимулировали дальнейший мутагенез бактерии. Замкнутый круг. И вот печальный результат: возник так называемый полирезистентный туберкулез — вариант болезни, устойчивый ко многим, если не ко всем известным лекарственным препаратам. Именно с ним и связана новая волна туберкулеза во всем мире. И еще один важный вывод: появление полирезистентных форм туберкулеза — во многом результат неэффективного лечения этого заболевания, то есть недолечивание больных.

Это итоги общие, а теперь — частные, касающиеся России.

Первое: в бывшем СССР и в теперешней России накоплен огромный опыт игнорировать различные угрозы жизни и здоровью населения.

Второе: новая волна туберкулеза накатилась на Россию в переходный период, когда социалистическая си-

стема здравоохранения уже почти не работала, а страховая медицина еще не работала. И конец этого переходного периода по-прежнему не виден.

Далее. Мы очень гордились, и заслуженно, нашей победой над туберкулезом и потому ослабили бдительность. Даже график противотуберкулезных прививок у нас нередко нарушался — например, в 1992 году, когда только 86,2% детей, подлежащих иммунизации, были привиты. Вот и получили то, что расхлебываем сейчас.

Совершенно очевидно, что проблема туберкулеза в России имеет те же социально-экономические корни, что и общая проблема нашей чрезвычайно высокой смертности. Поэтому ждать быстрых успехов тут вряд ли можно.

Конечно, не хочется заканчивать на столь минорной ноте, но дело демографов — это отследить ситуацию, отыскать закономерность и на этой основе вынести вердикт: пора что-то делать. И здесь не надо изобретать колесо. Опыт есть. И прошлый наш, и теперешний западный.





Художник Е. Станикова



ШКОЛЬНЫЙ клуб

Задачи Соросовских олимпиад по химии

Задачи

Задача 1

Во время ремонта в лаборатории случайно покрасили одной краской баллоны с водородом и метаном. Предложите три разных способа определения, в каком баллоне какой газ находится. Приведите, если нужно, уравнения реакций.

Задача 2

Мама поручила юному химику «посмотреть за кашей». Вместо того чтобы помешивать варящуюся кашу, он просто смотрел на эмалированную кастрюлю. В результате каша подгорела. Чтобы отмыть кастрюлю, юный химик залил ее 40%-ным ра-

Предлагаем вашему вниманию несколько задач по химии шестой олимпиады. Они взяты из разных туров, поэтому сложность их различна.



створом гидроксида натрия и подогрел. Нагар растворился, эмаль тоже.

1. Почему без помешивания каша подгорает?

2. Почему растворилась эмаль? Приведите возможные уравнения реакций.

3. Какие правила техники безопасности, скорее всего, нарушил юный химик?

Задача 3

Автор средневекового алхимического трактата приводит следующий рецепт «водки для золота»: «Возьми совершенно сухого венгерского синего купороса и селитры, более фунта нашатырной соли. Сделай из этого крепкую водку в стеклянном, хорошо замазанном сосуде, снабженном стеклянной крышкой или колпаком».

1. Какие реактивы предлагает использовать алхимик? Приведите их формулы.

2. Как сделать «водку» из этих реактивов? Опишите последовательность операций, укажите условия проведения реакций.

3. Приведите уравнения реакций. Какой качественный состав имеет «водка для золота»?

4. Напишите уравнение реакции растворения золота в этой «водке».

Задача 4

Лаборант решил обезвредить ртуть из разбитого термометра. Для этого он залил собранную ртуть смесью крепкой соляной кислоты с небольшим количеством азотной кислоты и оставил в закрытой банке на несколько суток. Получившийся белый осадок растворил в избытке азотной кислоты. Все работы он выполнял на алюминиевом поддоне. Случайно пролитый на поддон сильноокислый раствор лаборант тщательно нейтрализовал содой и вытер. В результате неаккуратной работы сильно корродировали алюминиевый поддон и вилка, которой он пользовался в столовой.

1. Напишите уравнения упомянутых реакций.

2. Какие ошибки допустил лаборант?

3. Ваш младший брат (сестра) разбил медицинский термометр, взрослые придут не скоро. Что вы будете делать?

Задача 5

Лаборант случайно разбил склянку с реактивом. На полу среди бесцветных кристаллов лежал кусок этикетки с надписью: «...стый перегнанный». Догадавшись, что было в банке (соль, не содержащая редких или ядовитых элементов), лаборант стал убирать с пола остатки мокрой тряпкой. Произошел довольно громкий хлопок, комната наполнилась клубами едкого тумана. Удивленный лаборант (к счастью, он работал в маске) решил проанализировать оставшиеся кристаллы. Навеску массой 0,445 г он осторожно растворил в 100 мл 5%-ной азотной кислоты и добавил избыток раствора азотнокислого серебра. Выпал белый творожистый осадок, масса которого после высушивания составила 1,435 г. Результаты анализа соответствовали первоначальной догадке лаборанта.

1. Какой состав имела соль из разбитой банки?

2. Почему эта соль бурно реагировала с мокрой тряпкой?

3. Почему лаборант растворял соль не в воде, а в разбавленной азотной кислоте?

4. Почему эту соль можно очищать перегонкой? В каких условиях это делают?

5. Можно ли убирать данный реактив мокрой тряпкой, если на этикетке написано «кристаллический»? Чем отличается «кристаллический» реактив от «перегнанного»?

Задача 6

Напишите формулы и названия всех известных вам кислот, образованных

хлором, водородом и кислородом.

1. Для каких из перечисленных кислот хлора существуют аналогичные кислоты фтора? Напишите их формулы и названия.

2. Какие степени окисления проявляют фтор и хлор в этих кислотах? Сколько связей они при этом образуют? Объясните на основании электронного строения атома, почему не для всех кислот хлора есть аналогичные кислоты фтора.

Задача 7

В каких случаях при разложении безводных солей образуются свободные металлы? Приведите не менее трех разных примеров, напишите уравнения реакций.

Задача 8

Одним из недавно разработанных методов гидрирования углеводородов является обработка непредельного соединения литием и гексагидратом хлорида никеля. Напишите уравнения возможных реакций, протекающих при гидрировании гексена-1, и объясните роль каждого из компонентов смеси в процессе гидрирования.

Задача 9

При изготовлении «золотой» и «серебряной» красок используют порошкообразные металлы или их сплавы. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно установить, что является основным компонентом:

а) «серебряного» порошка — серебро, алюминий или «новое серебро» (нейзильбер);

б) «золотого» порошка — золото, бронза или латунь.

Укажите характерные признаки протекающих реакций, наблюдая которые вы будете устанавливать состав порошков: появление осадка и его цвет, изменение окраски раствора, выделение газа и т. п.

Решения

Задача 1

1. Можно использовать разницу в плотности (удельном весе) газов. Например, наполнить газами две предварительно уравновешенные колбы одинакового объема. Для колб объемом 1 л получим:

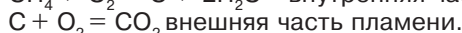
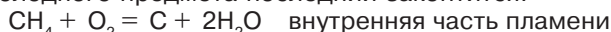
$$H_2: 2 \cdot (1/22,4) = 0,089 \text{ г};$$

$$CH_4: 16 \cdot (1/22,4) = 0,714 \text{ г}.$$

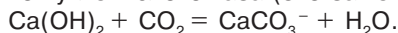
Разница составит 0,625 г — следовательно, для анализа годятся простейшие лабораторные весы.

2. Если в лаборатории имеется жидкий азот, то достаточно пропустить выходящий из баллона газ через U-образную трубку, погруженную в жидкий азот ($t_{\text{кип}} = -195,8^\circ\text{C}$). Метан, имеющий температуру кипения -164°C , будет конденсироваться в трубке в виде жидкости и даже может замерзнуть (его температура плавления $-182,5^\circ\text{C}$). Водород ($t_{\text{кип}} = -252,8^\circ\text{C}$) не будет конденсироваться при температуре жидкого азота.

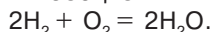
3. Можно поджечь выходящий из тонкой трубки газ. Если метан предварительно не смешивать с воздухом, как это происходит в газовых плитах, он будет гореть светящимся пламенем, а при внесении в такое пламя холодного предмета последний закоптится:



Если над пламенем метана подержать холодный предмет, смоченный известковой водой, она помутнеет от углекислого газа (это заметно даже в каплях):



В отличие от метана водород горит почти невидимым бесцветным пламенем:



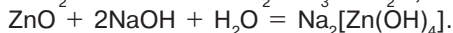
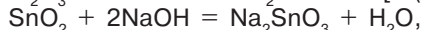
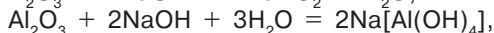
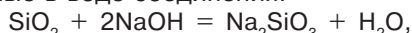
Задача 2

1. Теплопроводность каши низкая, а перенос тепла конвекцией (за счет поднятия нагретых слоев вверх) в густой каше невозможен. Поэтому без перемешивания нижние слои каши перегреваются до обугливания (подгорают).

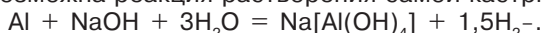
2. Эмали для покрытия металлов представляют собой смеси алюмосиликатов и боратов натрия и кальция с добавками оксидов олова и цинка (белые эмали), а также цветных оксидов кобальта, хрома, железа, меди. Качественный состав эмалей можно выразить формулой:



При нагревании со щелочью образуются растворимые в воде соединения:



Если эмалированная кастрюля была алюминиевая, возможна реакция растворения самой кастрюли:



3. Юный химик использовал дома опасный 40%-ный раствор щелочи, да еще в горячем виде. Раствор щелочи такой концентрации вызывает тяжелые химические ожоги кожи и очень опасен для глаз. Скорее всего, твердую щелочь (NaOH) он тоже хранил дома.

Задача 3

1. Наиболее вероятные формулы реактивов алхимика:

«венгерский синий купорос» — $CuSO_4 \cdot 5H_2O$;

селитра — KNO_3 ;

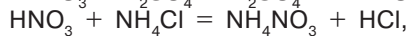
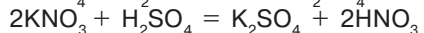
нашатырная соль — NH_4Cl .

2. Сначала нужно получить серную кислоту («купоросное масло») при прокаливании медного купороса в реторте и отгонке образующихся паров. Если купорос сначала нагревать, не собирая продукты реакции, можно заранее удалить часть кристаллизационной воды и получить при дальнейшем нагревании серную кислоту высокой концентрации.

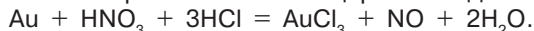
Из серной кислоты и селитры нагреванием в реторте можно получить концентрированную азотную кислоту.

При растворении в азотной кислоте хлорида аммония образуется смесь соляной и азотной кислот — «крепкая водка», или «царская водка». Высокая активность «царской водки» объясняется наличием в ее растворе атомарного хлора и хлористого оксида азота.

3. Реакции:

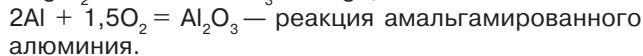
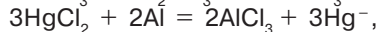
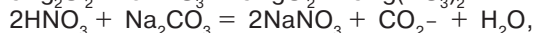
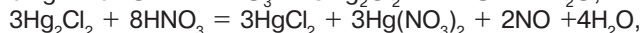
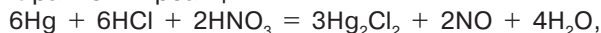


4. Растворение золота в «царской водке»:



Задача 4

1. Уравнения реакций:

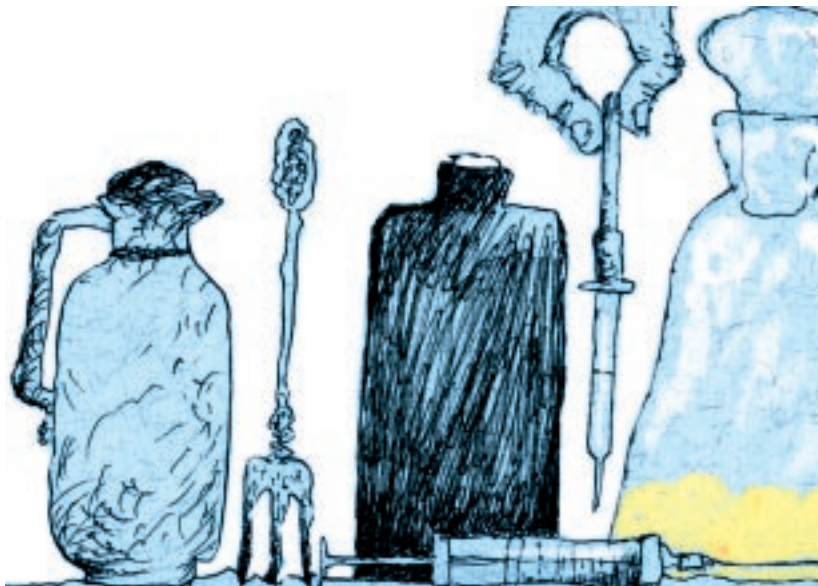


2. Ошибки лаборанта:

а) нельзя пользоваться алюминиевыми поддонами при работе со ртутью; при образовании амальгамы — сплава алюминия с ртутью — оксидная пленка на алюминии теряет свои защитные свойства;

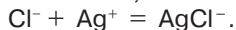
б) после работы с ртутью нужно тщательно мыть руки — ее следы вызвали коррозию вилки и могли вызвать отравление лаборанта.

3. Нужно собрать как можно тщательнее капельки ртути в герметичный сосуд. Оставшиеся микрокапли присыпать порошком серы. Желательно также засыпать или залить место с капельками ртути бытовым отбеливателем, содержащим хлор (можно определить по запаху или по надписи на этикетке).



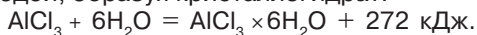
Задача 5

1. Белый творожистый осадок, образующийся из нитрата серебра и нерастворимый в разбавленной азотной кислоте, — это хлорид серебра:



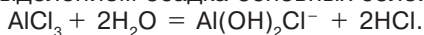
1,435 г хлорида серебра составляют 0,01 моль; соответственно в 0,445 г неизвестной соли содержится 0,01 моль, или 0,355 г. хлора. Тогда на 1 моль хлора в этой соли приходится $100 \times (0,445 - 0,355) = 9$ г второго элемента (металла). Подходит только трехвалентный металл ($3 \times 9 = 27$) — алюминий. Из данных анализа следует, что в разбитой банке был безводный хлорид алюминия AlCl_3 .

2. Безводный хлорид алюминия бурно реагирует с водой, образуя кристаллогидрат:



Кроме того, из-за гидролиза происходит выделение хлороводорода (см. ниже).

3. В воде соли алюминия сильно гидролизуются с выделением осадка основных солей:



Поэтому растворять соль следует в разбавленной кислоте.

4. Безводный хлорид алюминия существует в виде димера Al_2Cl_6 со слабыми межмолекулярными связями. Поэтому он легко возгоняется при 183°C и атмосферном давлении. Обычно безводный хлорид алюминия очищают перегонкой в вакууме при более низких температурах.

5. Маркировку «кристаллический» используют для кристаллогидратов солей. В случае хлорида алюминия это гексагидрат $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. В таком случае соль не будет бурно реагировать с водой, и ее можно убирать мокрой тряпкой.

Задача 6

Кислоты хлора	Степень окисления хлора	Число связей хлора
HCl — соляная	-1	1
HClO — хлорноватистая	+1	1
HClO_2 — хлористая	+3	3
HClO_3 — хлорноватая	+5	5
HClO_4 — хлорная	+7	7

1. Устойчивая кислота фтора только одна — фторводородная, или плавиковая, HF . Фтор проявляет степень окисления -1 и образует одну связь.

2. У фтора на внешней оболочке один неспаренный электрон, при объединении его с электроном другого атома образуется одна ковалентная связь. Больше

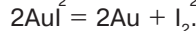
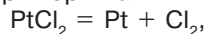


ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

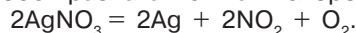
число связей фтор образовать не может, поскольку не может отдавать свои электроны. Хлор, в отличие от фтора, — элемент 3-го периода, у него во внешнем слое имеется свободный 3d-подуровень, куда могут переходить электроны с 3p и 3s. Например, если туда переходит один электрон, то у хлора возникает три неспаренных электрона, которые могут образовать три ковалентные связи. А у фтора такой возможности нет.

Задача 7

1. С образованием металла разлагаются при нагревании галогениды (кроме фторидов) металлов с наибольшими значениями электродных потенциалов, например платины и золота:



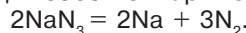
2. Кислородсодержащие соли разлагаются с образованием металла в том случае, если соответствующий оксид является термически неустойчивым и способен разлагаться на кислород и металл, например:



3. Если анион обладает сильными восстановительными свойствами, то возможно образование металла даже в тех случаях, когда металл имеет достаточно отрицательное значение стандартного электродного потенциала:

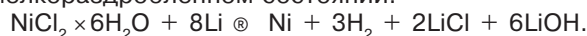


4. Как исключение, свободные металлы, электродные потенциалы которых имеют наиболее отрицательные значения, могут образоваться при разложении некоторых термически неустойчивых солей, представляющих собой бинарные соединения:

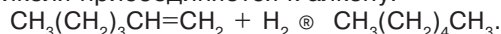


Задача 8

При реакции лития с гидратом соли никеля выделяется водород и образуется металлический никель в мелкоизмельченном состоянии:



Образующийся никель является катализатором гидрирования, а выделяющийся водород на поверхности никеля присоединяется к алкену:



Русские художники в Эстонии,

или

Картинки с несостоявшейся выставки

Н.Кормашов



Пасхальный букет



Вечер

Один из передвижников, Н.Н.Дубовской, сказал, что искусство подобно кирпичной стене и каждый художник — кирпичик в ней, необходимый для того, чтобы эта удивительная стена была целостной, устойчивой и прочной. Из каких же кирпичиков состоит русское искусство? Какие ассоциации возникают у нас, когда мы слышим слова «русские художники» — передвижники ли, авангардисты, художники андеграунда? Вполне вероятно, что именно они приходят на память в первую очередь. Однако время приносит нам и новые имена. Можно сказать, что стена постоянно строится, разрастаясь и ввысь, и вширь.

Понятие «русское искусство» уже давно не связано с определенной территорией: русские художники живут и работают по всему миру. Многие из них проживают в так называемом ближнем зарубежье. В частности, более сотни русских художников по разным причинам оказались

В.Семеряков



Натюрморт со стаканом молока



Охотницы

в Эстонии. Приезду туда людей искусства способствовал популярный в советское время Таллиннский художественный институт (сейчас Эстонская государственная художественная академия). Другой причиной следует считать то, что жизнь в Прибалтике была тогда менее политизированной и более свободной. Именно в Эстонии впервые прозвучали имена таких художников, как Н.Кормашов, В.Станишевский, В.Смирнов, А.Страхов, В.Синюкаев, В.Семеряков, В.Виноградов. Эти и другие художники неоднократно участвовали во всесоюзных и международных выставках, где их работы удостоивались престижнейших наград и титулов, внимания крупных музеев и известных коллекционеров. Например, В.Станишевский получил гран-при на международном биеннале экслибриса, Н.Кормашов — бронзовую медаль за участие в выставке, посвященной Московскому фестивалю молодежи и студентов, а В.Смирнов не раз получал медали ВДНХ.

Однако художники ближнего зарубежья интересны не только своими награ-

В. Синюкаев



На речке Смотрич

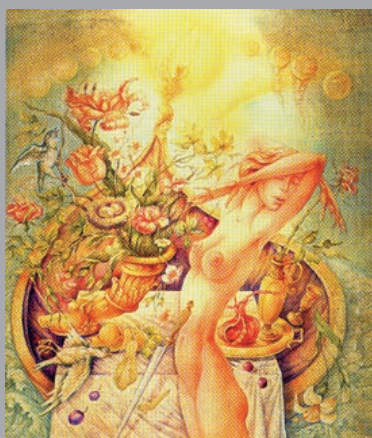


Гурзуф



РАДОСТИ ЖИЗНИ

В. Станишевский



Ванитас



Юдифь

В. Станишевский



Давид



Воскрешение

дами и титулами. Главное — их творчество с его неповторимыми особенностями. Так, в картинах Н.Кормашова «Пасхальный букет» и «Вечер» традиции древнерусской иконописи, ее строгость и простота, сочетаются с традициями русского авангарда 30-х годов (в частности, у этого мастера много общего с Н.Гончаровой). Под влиянием же эстонского изобразительного искусства в его картинах появились элементы стилизации, некоторая нечеткость очертаний предметов (большинство эстонских художников обычно уходят от конкретных образов, стараясь максимально упростить изображаемые объекты). В работах Н.Кормашова имеют место как четкие, чистые, практически иконографические тона, так и спокойные пастельные оттенки, свойственные эстонским художникам. Что касается сюжетов картин, то они находятся в своего рода противостоянии: «Пасхальный букет» — это символ православной Пасхи, а «Вечер» — полный умиротворения пейзаж сельской Эстонии. Эти две картины как бы выражают концепцию творчества ма-

стера: напомнить людям об их духовных ценностях, идеалах, но делается это мягко и ненавязчиво, художник позволяет зрителю сделать свой выбор.

К сожалению, с развалом Советского Союза практически исчезла связь художников с их корнями. Жаление — не об ушедшем режиме, а скорее о том, что не удалось сохранить связующую нить между художниками и истоками их творчества. Безусловно, у мастеров остались личные связи с российскими друзьями, однако активная выставочная деятельность прекратилась. Русские художники Эстонии не выставляются в России с 1989 года, хотя у них постоянно проходят выставки в США, Финляндии, Швеции, Японии, Франции, Германии и других странах.

Обсуждая проблемы интеграции некоренного населения в странах ближнего зарубежья, мы зачастую забываем о том, что люди искусства — музыканты, актеры, художники, — как правило, принадлежат к более интегрированной части общества (это вызвано постоянным сотрудничеством с коллегами из разных

стран и своего рода космополитичностью взглядов). Именно они могут оказать содействие в разрешении многих противоречий, уничтожить недопонимание, сохраняя в то же время свою национальную идентичность. Но для этого необходима помощь сильного государства. Дело даже не в деньгах, а в возможности общения, диалога через выставки, семинары, фестивали. Посольство Российской Федерации оказывает поддержку развитию национального искусства в Эстонии, предоставляя для выставок зал своей галереи. Однако чтобы творчество новых и старых мастеров и дальше оставалось самобытным, необходима возможность выставляться в России.

Понятно, что рядом с Россией страны Прибалтики выглядят маленькими островками в безбрежном океане. Тем не менее на этих островках существует и развивается искусство. Мне кажется, его плоды заслуживают того, чтобы их увидел мир.

Как расписать стекло под витраж



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Стекло интересовало людей с глубокой древности: защищая от холода и ненастья, оно в то же время позволяло солнечному свету проникать в помещения. А когда люди догадались, что свет можно пропускать избирательно, появился витраж, иными словами, живописно-декоративное произведение, составленное из разноцветных кусочков стекла.

Искусство витража знало и расцвет, и практически полное забвение, но в последнее время витраж снова стал необычайно популярен. Сегодня создать свой собственный витраж может почти каждый, причем для этого не обязательно уметь обращаться со стеклорезом или прошивать часами, соединяя паяльником детали витражной композиции. Упрощенный вариант технологии витража мы публиковали совсем недавно (см. «Химию и жизнь», 2002, № 9) А еще можно сделать так называемую роспись стекла под витраж.

Прежде всего необходимо приобрести стекло желаемого размера (это может быть самое обычное оконное стекло), а также краски для тонирования стекла и нанесения контуров.

Краски для росписи стекла бывают двух типов: временные, как правило, на клеевой основе, по составу напоминающие клей ПВА (их можно удалить, если изображение надоест), и постоянные (после того как они высыхают или подвергаются термической обработке, удалить их практически невозможно). Краски выпускает множество фирм, среди которых назовем «Vitrea» (компания «Ребео») — они требуют термообработки, но это можно сделать в обычной духовке), а также «Select» («Дека») и «Aqua-Glass» («Waco») — они не нуждаются в термообработке и становятся влагостойкими сразу после высыхания. Цена красок за одну баночку или тюбик (20—25 мл) варьирует от 2 до 5 у.е. Какой бы тип красок вы ни выбрали, принцип дальнейшей работы с ними приблизительно одинаков.

Помимо красок необходим материал для контура. Это может быть так называемый жидкий контур (с химической точки зрения это, скорее всего, паста на эпоксидной основе с различными наполнителями. — *Прим. ред.*) в специальном тюбике, которым удобно наносить рельефные линии, имитирующие металлические рамки для цветных стекол, или оловянная самоклеющаяся лента. Лен-

та бывает различной ширины, от 5 до 12 мм. Более тонкую используют для контуров, а широкую — для окантовки стекла (вместо окантовки можно взять и обычную рамку для фотографий). Цена ленты составляет приблизительно 2—3 у. е. Если не удастся раздобыть специальные кисти из искусственных волокон для росписи стекла и фарфора, подойдет любая качественная (не теряющая ворс) беличья кисть. (Сведения о том, где в России все это можно купить, легко найти в Интернете: например, для начинающих — на ksilion.narod.ru, для профессионалов — на www.artservice.ru, а дальше действуйте исходя из того, в каком городе вы находитесь и какими денежными средствами располагаете.)

Тщательно продумайте, что именно вы хотите изобразить, и нарисуйте эскиз на листе белой бумаги, соответствующей размерам вашего стекла. Эскиз лучше всего выполнять черным фломастером со стержнем толщиной 3—5 мм. Толщина стержня будет соответствовать толщине контуров на витраже. Старайтесь избегать крутых завитков, поскольку это может создать трудности при нанесении контуров витража.

Очистите стекло любым спиртосодержащим раствором. Положите на стол или иную рабочую поверхность кусок мягкой ткани, такого же размера, как и стекло. На ткань положите эскиз (можно зафиксировать его липкой лентой), стекло — на него. Затем нанесите контуры соответственно темным контурам вашего эскиза. Если вы выбрали жидкий контур, то после нанесения ему нужно дать время высохнуть (около двух часов). После этого можно приступать к работе красками. Чем ровнее и однороднее будет слой краски, тем красивее и будет результат. После того как вы нанесли все необходимые тона, витраж должен высохнуть (в зависимости от типа краски — от 3 до 24 часов). Если вы использовали краски на клеевой или водной основе, то витраж после высыхания сразу можно укреплять на окне или дарить друзьям. Если же вы выбрали краски, требующие термообработки, то после полного высыхания витраж необходимо прогреть в духовом шкафу. (Условия термообработки следует уточнить при покупке красок, например для «Ребео Vitrea 160» — температура 150 градусов в течение 30 минут.) Успехов!

Для тех, кто почему-либо не смог приобрести фирменные краски, воспроизводим старые рецепты, популярные в начале 80-х, во время очередного возрождения интереса к витражам.

1. 5 г желатина растворите в 100 г теплой воды (50—80°C), в раствор добавьте цветные чернила, тщательно размешайте и нанесите на рисунок до остывания. Чернила можно взять готовые или добыть из старого фломастера, пропустив через него несколько капель подкисленной уксусом воды. Высушите при комнатной температуре, для предохранения от влаги покройте водостойким лаком (например, паркетным). Для большей прочности можно задубить желатиновый рисунок 3—5%-ным раствором формальдегида. Все же оформлять таким образом стекло, на которое будет падать дождь, пожалуй, не стоит. Тем не менее идея использовать желатин не такая безумная, как кажется, — полвека назад желатиновыми красками покрывали лампочки елочных гирлянд.

2. Витраж можно нарисовать цветными спиртовыми лаками (это растворы искусственных смол в этиловом спирте, подцветенные анилиновыми красителями). Увы, такие витражи тоже боятся воды и со временем очень заметно выцветают.

3. Прозрачные краски на нитролаках воды не боятся. Можно взять, например, цапон-лак, а для подцветки — те же анилиновые красители: родамин, бриллиантовую зелень, аурамин, метиленовый синий (соответственно красный, зеленый, желтый, синий цвета). Но и этот витраж на солнце со временем выгорает.

На Интернет-сайте «Левша» мы нашли совет: светостойчивости можно добиться с помощью некоторых спиртовых лаков, например глифталевого лака (раствор искусственной смолы глифталя в этиловом спирте) или лака из шеллака, приготовленного самостоятельно (1 г на 500 мл этанола). Получится ли — знает тот, кто пробовал



Королек, каки, персимон, хурма обыкновенная...

Доктор
биологических наук
М.Т.Мазуренко



*Ветки молодого
дерева хурмы,
которое растет
в д. Вишневке
неподалеку
от Туапсе,
уже переплелись*

Примета королька

Как разгадать, какая мякоть таится в еще твердых плодах королька — хурмы, которая не вяжет рот? Нужно посмотреть на плод сверху. Если черные полосы на верхушке образуют несколько кругов — можно быть уверенным: вся мякоть еще твердого плода сладкая и коричневая. Но полосками может быть охвачена только часть, половина или четверть плода. И тогда там, где круги, — мякоть сладкая, а где кругов нет — светлая и терпкая. Оказывается: эти круги-указатели связаны с опылением.

У хурмы завязь из четырех гнезд. Если пчелы поработали добросовестно и принесли на все женские цветки пыльцу с мужских, то черная, не терпкая мякоть гарантирована. И наоборот: не поработали — мякоть будет терпкой, ведь пчелы опыляют каждую завязь отдельно. К сожалению, о биологических секретах опыления мало кто задумывается. Поскольку мужские деревья не плодоносят, их рубят; пыльцы оставшихся на всех не хватает, и корольки получаются некачественными. Для кого предназначены черные круги — метки, — неизвестно. Однако человек пользуется этими указателями, предпочитая покупать правильные корольки.

Впрочем, теперь зимнюю хурму безбедно хранят в холодильниках. Промороженная — она, оттаяв, размягчается, не вяжет рот, и можно наслаждаться сладким плодом, равного которому не найдешь на растениях умеренной зоны Северного полушария. До 25% фруктозы содержится в его мякоти. Витаминов Е, А и С — до 45 мг. Есть там и железо, и другие микроэлементы. Кстати, хурма прежде всего целебный плод, а уж потом

вкусный. Например, если потерпеть причуды недозрелого плода, то удастся излечиться от язвы желудка.

Путь на север

Среди тропического рода диспирис, который насчитывает до 200 видов, к плодовым принадлежат только три вида. Сначала о том, чьи оранжевые плоды так украшают зимние улицы русских городов.

Родина хурмы — центральные районы Китая, а именно провинция Юннань. Там, в горных светлых лесах, и растет невысокое дерево, которому дали название хурма восточная, или японская. Из Китая еще в древности окультуренные разновидности хурмы проникли в Японию, где она приобрела свою вторую родину. Там ее называют каки и очень любят: это основной поставщик сахара. Сейчас в Японии известно до 600 сортов хурмы, которые различаются формой, размерами и вкусом плодов.

Из восточных стран ценный плод проник на Запад, а именно на Черно-

морское побережье. Случилось это довольно поздно, в конце XIX века. Известна даже точная дата — 1889 год. Ассортимент прижившихся на холмах Грузии сортов хурмы пополнили чайные экспедиции, которые возглавлял А.Н.Краснов — знаменитый ботаник-географ, основатель Батумского ботанического сада. Он придавал хурме очень важное значение и включил ее в свой список «двенадцати даров Востока», которые должны были окультурить тогда дикий Батумский край.

Хурма вполне оправдала надежды А.Н.Краснова. Климат Южной Колхиды — батумского побережья как нельзя лучше подходил для первых шагов хурмы на север. На приусадебных участках появились деревья с плодами разнообразного вкуса, но прижились только два сорта: хачия и хиакуме. Хачия — с терпкими до созревания плодами, но с очень приятным, словно мармелад, вкусом при созревании. У этих плодов острая верхушка. Плод хиакуме — более круглый. Его шоколадная мякоть сладка и до созревания

РАДОСТИ ЖИЗНИ



Мелкие ягоды хурмы кавказской

ния. Это и есть королек, но уже прошедший долгую историю выращивания на аджарском побережье.

В двадцатые годы Н.И.Вавилов привез из Японии большую коллекцию хурмы. Увы, многие, интереснейшие формы не вышли за пределы ботанического сада: местному населению уже полюбили только две разновидности. Они-то и стали быстро распространяться, причем не только в Западной Грузии. Хурма шагнула на восток, в Кахетию, где климат куда более суровый и, главное, сухой по сравнению с Черноморским побережьем Кавказа. Потом хурма приспособилась и стала расти в еще более сухих и суровых условиях — попала в Крым, где ее селекцией занялись ботаники Никитского ботанического сада. Крымская хурма выносит мороз до 21 градуса! А в Средней Азии, с ее сухим климатом, и того больше. Так, с помощью ступенчатой акклиматизации хурма сумела распространиться далеко на север от своей родины. А может ли она шагнуть дальше? Это связано с поведением ближайших родственников.

Американский родственник

Второй вид, который дает ярко-оранжевые, вкусные плоды, растет в Северной Америке. Это хурма виргинская, которую чаще всего называют персимон. Ее невысокие деревца подобны деревьям хурмы восточной, а вот плоды несколько уступают в размерах. Вкус же их очень тонкий и хороший. А главное в том, что даже у себя

на родине она выносит понижение температуры до минус 30 градусов!

Несколько раз пытались хурму виргинскую ввести в культуру на Черноморском побережье Кавказа. Все попытки кончались неудачей. Иногда так бывает. Вроде бы все должно получиться, а растение чахнет и гибнет. Чего-то не хватает в новых условиях

Так же, как и хурма виргинская, пока не введена в культуру в субтропиках Старого Света аннона черемола, хотя в Мексике — это выносливый горный вид. Не растет и чужа с клубнями, похожими на вкусные орешки фундука. Однако случается порой так, что вдруг появляется новое ценное растение, его размножают, отбирают лучшие формы, сажают, и кажется, что так было всегда! Ведь растения — очень пластичные существа и способны постепенно приспособиться к самым тяжелым условиям. Особенно если селекционер проявит терпение и заботу. Вот пример: казалось бы, типичное южное растение — грецкий орех оказался способен расти в Заполярье — под Сыктывкарком, а обитатель тропического Китая — лиана глициния зимует и цветет в Подмоскowie.

Именно так и повезло хурме восточной на Кавказе. Возможная причина в том, что на самом деле она совсем не нова для этих мест.

Ближайший родственник

Хурма обыкновенная, или, как ее несправедливо называют, хурма кавказская, сыграла огромную роль во внедрении хурмы — это идеальный под-



вой для хурмы восточной. А несправедливо называть хурму кавказской потому, что ее ареал очень большой: он простирается не только на Кавказе, но и в Средней Азии.

Правильная конусовидная крона хурмы восточной осенью покрывает-

Ярко сверкает хурма на разноцветном московском рынке



ся плодиками. Они точь-в-точь похожи на хурму восточную, но очень маленькие, величиной с большую вишню. И чашелистики такие же, и семена! Словно волшебник взял и уменьшил их в несколько десятков раз. Но деревья кавказской хурмы, наоборот, высокие и стройные, а древесина их очень прочная, красивая и с зеленоватым оттенком. Ее недаром называют зеленым эбеновым деревом: обе хурмы принадлежат к тропическому семейству эбеновых.

Это семейство знаменито прежде всего своей красивой черной древесиной пропитанной дубильными веществами. Она очень плотная и не портится. Тропические высокие деревья с древних времен ценились на вес золота. Из черного эбенового дерева изготавливали ларцы, столы. В мебельном производстве она ценилась столь высоко, что во Франции слова «эбеновый мастер» употребляются в том же значении, как у нас «краснодеревщик». Интересный факт: самая выносливая северная хурма кавказская сохранила свойства плотной древесины своих тропических родственников. Хурма же восточная, наоборот, утратила крепость древесины, стала очень ломкой. Осенью, под тяжестью больших плодов, а их на дереве может быть до 250 килограмм, ветви то и дело обламываются. Потери быстро компенсируются. Но получается своеобразный рисунок ветвей, так любившийся японским художникам. Осенью, когда опадают красные листья хурмы восточной, ярко-оранжевые плоды на ветвях выглядят как нарядные фонарики.

Однако вернемся к плодикам хурмы обыкновенной. Они наполнены косточками, и мякоти в маленьких ягодках мало. В незрелом состоянии плодики очень терпкие и несъедобные, зато при созревании они приобретают приятный вкус, который напоминает финик. Такое сходство внесло изрядную путаницу в названия и, собственно, наградило хурму ее нынешним именем. Дело в том, что хурмой в Иране и Ираке называют на некоторых диалектах плоды финиковой пальмы. Получается, что хурма — финиковая ягода. Немцы пошли в таком словотворчестве до конца, назвав финиковой сливой хурму восточную. В этих названиях совсем потерялся маленький плод!

А до проникновения царственной крупной родственницы маленькие ягодки хурмы обыкновенной очень ценились. Их осенью вялили, а потом всю зиму ели. До сих пор в горных лесах Аджарии не брезгают по традиции собирать хурму кавказскую, но если рядом растет восточная — предпочитают последнюю. Подвешивают на нитках, вялят, и плоды, сморщиваясь, покрываясь слоем сахара, приобретают необычный, очень приятный вкус конфеты.

Сахар хурмы — в любое время года

Если присмотреться к хурме в разные времена года, то можно заметить странное явление — она кормит всех желающих сахаром круглый год. Ну, про осень и так ясно. А что зимой? Заглянем в тбилисский Ботанический



РАДОСТИ ЖИЗНИ

институт, который расположен на склоне Коджорского ущелья. Солнечным зимним днем ярко освещенное на теплом зимнем солнце дерево хурмы кавказской стоит уже давно оголенным. Однако в кроне бойко роятся пчелы, собирают нектар. Первое что приходит в голову, — хурма зацвела безлистной! Но этого не может быть, ведь ей положено цвести не в январе, а в мае, когда листва уже раскрылась, да и цветки отрастают на побегах текущего года. Под жужжание пчел можно присмотреться к странным цветам. Сходство поразительное, но только «лепестки» коричневые. Разгадка лежит на поверхности: роль лепестков выполняют засохшие чашелистики. Сахар, которым бойко лакомятся пчелы, остался на дне чашечки после того, как мягкие плоды упали. Но его вполне достаточно, чтобы пчелы могли подкрепиться.

Пройдет зима, в Батуми наступит май — время цветения разнообразных экзотических растений. Распустятся нежные, яркие и такие блестящие листья хурмы восточной, что от них, как от зеркал, будет отсвечивать солнце. В кроне стоит пчелиный гул. На землю, густо устилающую ее, посыпятся колокольчики мелких кремовых цветков. Цветки хурмы выделяют нектар так обильно, что после опадения цветков в основании завязи сохраняются блестящие полоски! Именно они превратятся в тот зимний сахар. А что, если посмотреть и на хурму кавказскую? Под высоким деревом также лежит ковер подобных колокольчикам венчиков, но в 5 раз более мелких. И так же, как и зимой, выются пчелы в кроне, только теперь они заняты сбором нектара, а не сахара в основании четверок курчавых чашелистиков.





Новогодняя сказка для Ларисы

Никита Людвиг

E-mail: ludwig@mccinet.ru



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

В далеком городе Алматы жила маленькая девочка Лариса. Вообще-то ее имя было Клариса, но оно пробуждало какую-то смутную затаенную тоску, непонятно связанную с окружающими чужими людьми. Поэтому наша девочка называлась пока просто Ларисой.

Как и все маленькие девочки, она ходила в школу и училась там легко и весело, хотя вовсе не была отличницей, потому что оценки, которые ей ставили взрослые дяди и тети, ее почти не волновали. Все самые важные оценки она ставила себе сама.

Да-да, никто на всем белом свете (кроме, конечно, самой Ларисы) не знал, что уже с восьми лет в ней — как бы это сказать?.. — жила взрослая, уверенная в себе женщина. Может быть, тогда она еще не имела достаточного житейского опыта, чтобы не ошибиться, выбирая, скажем, какие именно сардельки купить в ближайшем магазине, но зато частенько посмеивалась про себя над непосредственностью своих сверстников или над ужасными решениями людей, кажущихся на первый взгляд взрослыми.

Нужно признаться, что некоторые учительницы (да, вовсе не учителя-мужчины, а именно молодые учительницы) все-таки что-то подозревали и смотрели на Ларису с некоторой ревностью — совсем не как, как на остальных детей, — и иногда бывали несправедливо строги с ней. Однако Лариса мало обращала внимания на такие мелочи.

Она была по-детски угловата, и многие сверстницы в классе и во дворе считались значительно красивее ее, но это обстоятельство нисколько Ларису не тяготило, поскольку уже тогда все знакомые мальчики тянулись к ней, даже не понимая, что же именно их привлекает в этой девочке. Да и Лариса, конечно, еще не осознавала своей сути, хотя знала наверное, что она — дитя любви, что она очень красивая внутренне и обязательно станет такой же восхитительной, как те неземные создания, которые смотрели на нее с волшебных глянцевого обложек иностранных журналов. И самое главное — она была совершенно уверена, что мама бесконечно любит ее, любит и любила даже тогда, когда маленькой Ларисы еще и вовсе не существовало на свете. Вот почему она всегда просыпалась с улыбкой — и жарким летом, и студенкой зимой, пронизанной лютыми казахстанскими ветрами. Да, даже такой вот зимой, когда, встав и позавтракав, ей, хрупкой и маленькой, приходилось затемно бежать в школу.

Итак, ранним морозным утром Лариса, с не дописанной до конца спасительной шпиргалкой, запрятанной в левом рукаве формы, торопилась на страшную контрольную по математике и не ведала о том, что в этот же день на нее обрушится еще и сочинение по литературе.

А в литературе Лариса была не сильна. Может быть, потому, что с самого рождения жила, укрытая маминой любовью, в своей собственной сказке и другие сказки, придуманные волшебниками-литераторами, ее пока не интересовали.

Но и это еще не все. В тот день, помимо контрольной и сочинения, Ларису ожидала олимпиада по географии. Географию Ларису совсем не любила, и из-за того, конечно, что их учительница географии сама ничуть не любила свою географию. Учительница всю жизнь безвыездно прожила в их родном городе Алматы и никогда не путешествовала. А что это за учитель географии, который не любит путешествовать, и что это за человек, который не любит свое дело? И поэтому в скучных руках этой учительницы прекрасная, как графиня, география оставалась невзрачным куском глины, подходящим лишь для печки красного обожженного кирпича. В холодных руках этой учительницы прекрасная география никогда не расцветала ослепительно белой лилией, живущей в далекой сказочной Индонезии, лилией, с которой пролетающие в необъятном голубом небе розовые фламинго всегда здоровались гортанными голосами. Как она была нежна в своем индонезийском озере на другом краю планеты, где обитали огромные питоны и мудрые изумрудные крокодилы!..

Вот и длился этот нескончаемый школьный день: страшная контрольная по математике, сочинение по литературе, унылая олимпиада по географии, другие уроки, а в конце еще и зачет по физкультуре, когда Ларисе нужно было залезть по канату до самого потолка спортзала. Однако, как она ни старалась, достигла только середины каната, а потом медленно сползла вниз, словно котенок по занавеске. Тренер строго посмотрел на нее, но ничего не сказал, понимая, что девочка к последнему уроку очень устала. В общем, она осталась без зачета, повернулась и, уже ничего не чувствуя, поплелась из спортзала, а тренер незаметно улыбнулся.

Лариса и не помнила, как к вечеру оказалась дома. После всего, что случилось сегодня, у нее даже не осталось сил, чтобы поужинать. Она прилегла на диван и тут же уснула, а позже с работы вернулась мама, бережно укрыла спящую дочь одеялом, и в доме наступила ночь.

В эту ночь все волшебные сны почему-то улетели от Ларисы — наверное, испугавшись, что их тоже заставят лазать по канату. Вот потому она и спала совершенно неподвижно.

И вдруг ей стало очень легко и светло. Она широко открыла глаза. И изумилась тому, что увидела в первый миг. Она смотрела на самую себя, неподвижно лежащую

на диване, и было совершенно непонятно, спит ли девочка, лежащая внизу под ней, или просто застыла, как в игре «замри». Изумление не проходило. Лариса поняла, что находится где-то над собой, между диваном и потолком. Она видела только свое неподвижное тело, внизу, укутанное одеялом. А вот другого своего тела, пребывающего над первым, лежащим, совсем не ощущала. Но чувство бесконечной свободы, подвластной ей, переполнило восторгом.

Лариса начала осваиваться в этом новом состоянии и вскоре поняла, что сейчас она вовсе не висит, а как-то очень естественно и просто породнилась с пространством и полностью слилась с ним. И теперь совсем не важно, есть ли в комнате воздух, потому что он стал ей не нужен. Единственное, что она с наслаждением ощущала, это — пространство. Вот в нем Лариса полностью растворилась.

Она посмотрела в угол комнаты на висящего на ковре своего мишку, которого мама подарила ей на Новый год, нарядившись Дедом Морозом. Лариса любила мишку и, уходя в школу, всегда вешала его на ковер, чтобы спасти от киски Пантерки, которая мишку тоже очень любила, но только по-своему. И после Пантеркиной любви Ларисе приходилось по вечерам штопать мишке то лапу, то спинку.

Сейчас она захотела взглянуть на мишку поближе — и мгновенно оказалась рядом с его блестящим черным носом, на котором виднелись царапины от Пантеркиных когтей. Выходит, теперь ей не нужно карабкаться по канату для зачета по физкультуре, а достаточно только пожелать, чтобы оказаться в любой нужной точке пространства.

Но вот что сейчас было страшновато, так это подлететь к собственному телу. Приблизившись к нему, Лариса впервые в жизни без маминого зеркала стала рассматривать свои закрытые во сне глаза, длинные реснички, поцарапанный, как у мишки, кончик носа, слегка обветренные на морозе губы и маленькое ухо с дырочкой для сережки. И тут она внезапно поняла, что ее тело... это тело, которым она была раньше, — не дышит! Но странно, Лариса не испугалась, поскольку решила, что просто превратилась в собственное дыхание, которое вздумало полетать. И полетела по квартире, наслаждаясь неведомой легкостью. Вот она оказалась за швейной машинкой перед окном, а потом над шкафом. Как здорово!

На шкафу, за вентилятором, она обнаружила свою вязаную рукавичку, которую прежде долго-долго искала. И сразу вспомнила хитрую Пантеркину мордочку. Вот куда Пантерка, вечно таскающая Ларисины вещицы, задевала эту рукавичку! И тут же снизу ее неожиданно ослепили два зеленых луча. Пантерка! Лариса так увлеклась своими полетами в пространстве, что не заметила, как, приоткрыв лапкой дверь, в ее комнату пробралась кошка, обычно спавшая в ногах у мамы. Сейчас Пантерка спокойно сидела на полу и смотрела на Ларису — вернее, в направлении Ларисы, потому что не могла разглядеть невидимую девочку, парящую под потолком. Не могла разглядеть, но знала наверняка: она находится именно там.

Лариса перелетела к другому углу потолка, и Пантерка, лениво проводив это передвижение зеленым, светящимся в темноте взглядом, продолжала глядеть на нее. На нее и сквозь нее. Неужели Пантерка так хорошо чувствует свою маленькую хозяйку?

И теперь Лариса поняла, почему жившая давным-давно могущественная тайская принцесса всегда, когда купалась по утрам в озере, доверяла свои украшения только любимой сиамской кошке. Принцесса нанизывала оже-

релья, кольца и браслеты на кошачий хвост, который потом завязывала в узел, чтобы драгоценности не потерялись. И поэтому с тех самых давних пор у всех сиамских кошек на конце хвоста есть или сам узел, или излом, оставшийся от этого узла... Да, поняв сейчас, что ее кошка такая чудесная, Лариса, как и тайская принцесса, тоже доверила бы Пантерке свои изумруды и бриллианты, и филиппинские бусы из черного жемчуга, и коралловые ожерелье из Индонезии, такое же розовое, как прекрасные фламинго, и кольца из белого золота... если бы все это у Ларисы было. Но из драгоценностей у нее был только любимый мишка, а вот его-то Пантерке как раз доверить нельзя! Поэтому волшебная Пантерка сидела на полу одна, без мишки, светила в направлении Ларисы изумрудными глазами, распушив усы из белого золота, и изредка, когда зевала, вспыхивала коралловой пастью.

А потом Лариса захотела осмотреть сверху уже всю квартиру.

Через коридор с тянувшимися вдоль потолка старыми электрическими проводами она переместилась в кухню и тут почувствовал неладное. Здесь, где-то спрятавшись, грозно шипела змея. «Мама!..» Страх за беззащитную маму, безмятежно спящую в своей комнате, на несколько секунд буквально парализовал Ларису. А потом этот же страх заставил ее взять себя в руки. Потому что Лариса уже знала твердо: в трудных ситуациях девочке никогда нельзя распускаться — нужно взять себя в руки и начать думать. Однако вот незадача: ее собственное тело в те минуты спало на диване в детской комнате, поэтому взять себя в руки она теперь никак не могла. Осталось лишь одно — думать, и без промедления. И Лариса стала размышлять.

Во-первых, сейчас в Алматы такой ужасный мороз, что утром по дороге в школу ее чуть не застудил ледяной ветер (она даже начала чихать на географии, хотя и была зачарована скучным лицом учительницы), а змеи, известно, студеной зимой не водятся, тем более в городе.

С другой стороны, размышляла Лариса, отважная Пантерка никогда бы не позволила разгуливать по дому ужасной змее. Этой осенью киска задушила у них во дворе огромную крысу и потом притащила добычу к маме, чтобы мама знала, какая она, Пантерка, отважная, и потому вовсе не зря по вечерам варит ей вкусную рыбку. С тех пор мама всегда называла Пантерку «нашей защитницей»... И вот сейчас: переместившись за Ларисой в кухню, Пантерка сидела на полу совершенно спокойно, светила в направлении Ларисы изумрудными глазами, изредка зевала, демонстрируя коралловую пасть, и отнюдь не собиралась на змеиную охоту. Значит, сообразила девочка, этот страшный звук... это шипит вовсе не змея? Но тогда откуда на кухне этот страшный звук?

И затем Ларисе почудилось-привиделось вот что, а это и было самым настоящим. Три часа назад мама вернулась домой и прямо с порога поспешила на кухню, чтобы согреть дочке и любимице Пантерке молока на ночь. Лариса и Пантерка всегда пили молоко вместе: киска — из своей миски, стоявшей под телевизором, а Лариса — из большой тяжелой фаянсовой кружки, такого же цвета, что и молоко. Кружка была действительно очень тяжелой, и мама всегда от души веселилась, когда Лариса, обливая молоком губы, делала себе, как они шутили, белые калмыцкие усы. Поэтому даже перед сном в их доме раздавался залихватистый смех...

Значит, три часа назад, поставив разогревать молоко, мама заглянула в детскую, нашла дочку спящей и

решила ее не будить — пусть спит до утра. А в это самое время молоко закипело, поднялось белой ожившей пеной, чуть-чуть подождало перед тем, как сбежать из кастрюли, и залило огонь. Мама заглянула на кухню и, не увидев огня, прикрыла за собой дверь. И ушла спать в свою комнату. А плита осталась невыключенной.

Вот она и шипела. Еще чуть-чуть, поняла Лариса, и случится беда: дом взорвется.

Она переместилась с потолка кухни прямо к плите. Переместилась, но... как перекрыть газ? Ну да, надо всего лишь повернуть ручку. Но тело Ларисы и, главное, ее быстрые ладошки, которыми она немедленно перекрыла бы газ, оставались на диване в детской. А как управляться с предметами в пространстве только усилием воли, Лариса еще не знала, не умела.

Смертельное шипение не прекращалось.

Ага, сообразила Лариса, куда бы я ни переместилась, Пантерка всегда следует за мной, хотя совершенно меня не видит. Честно говоря, я и сама-то себя не вижу. И значит, если каким-нибудь образом разбудить маму, то она сразу почувствует запах газа и немедленно спасет нас всех. Но как ее разбудить?

Лариса перелетела в мамину комнату. Мама спала. И сюда же из кухни тихонько пронеслась Пантерка и снова смирно уселась под парящей Ларисой. Верно: куда Лариса, туда и киска. А дальше? Лариса, паря, двинулась к окну, и Пантерка сразу перебралась за нею. Лариса очутилась над пианино — киска послушно переместилась туда же. Лариса вверху, Пантерка внизу. Изумрудный взгляд с пола на невидимую маленькую хозяйку. Пантерка...

А времени, как поняла Лариса, оставалось совсем мало, потому что из кухни продолжало раздаваться страшное шипение.

Возле маминой кровати стояла тумбочка, а на ней — хрустальная ваза, наполненная живыми розами в свежей воде. В их доме всегда были живые цветы, без которых мама жить не могла. Это и правда было очень красиво: за окном — морозная вьюга, колкий ветер, а тут — нежные пурпурные розы, доверчиво изогнувшиеся чуть выше прозрачного горлышка... Но в те минуты Лариса сосредоточилась не на розах, а на холодной чистой воде, которая наполняла вазу. На воде и на Пантерке. Вернее, во-первых, именно на Пантерке. Теперь вся надежда была только на киску.

Лариса зависла низко над тумбочкой, где стояла ваза, и Пантерка направилась сюда же. Однако, чтобы оказаться прямо под Ларисой, киске мешала тумбочка. И тогда верная Пантерка не подвела. Как и замыслила Лариса, Пантерка молнией взлетела на тумбочку. Взлетела, но... не опрокинула вазу. А ведь Лариса замыслила именно это: киска вспрыгивает на тумбочку, невольно опрокидывает вазу, холодная вода выливается на спящую маму, та, вскрикнув, просыпается, чувствует запах газа и бросается на кухню... Нет, не вышло: Пантерка, вспрыгнув, лишь слегка задела вазу задними лапами. Но ваза все-таки будто ожила. Качнулась и продолжала качаться, как в замедленном кино. Но пока было непонятно, что с ней случится дальше: встанет на место или наконец-то опрокинется.

Это длилось еще пару секунд. Лариса неотрывно смотрела на вазу. И та, будто подчиняясь взгляду девочки, сначала вдруг замерла на миг, а потом резко наклонилась и вылила на мамину голову всю холодную воду да еще рассыпала на ее волосы пурпурные розы. Мама мгновенно проснулась, вскочила, стряхивая с себя кап-



ли и запутавшиеся в волосах цветы, и от неожиданности, конечно, пронзительно завизжала. Ах, мама! Несмотря на чрезвычайную ситуацию, Лариса не могла не залюбоваться ею, такой красивой, смешно размахивающей руками и спешно приводящей себя в порядок.

А дальше понятно: почувствовав резкий запах газа, мама тут же бросилась в кухню, перекрыла центральный кран и открыла настежь форточку.

В дом вернулся покой.

И следом за этим окружающее внезапно пропало для Ларисы. Стало совсем темно, легкость куда-то исчезала, девочку закрутило, как в водовороте, засасывая все глубже и глубже на дно. Она заметалась, но ощущение бесконечности и сладкой власти над пространством уже покидало ее. Лариса неумолимо возвращалась в собственное тело, замеревшее на диване в детской комнате.

Пришло субботнее утро, ясное и тихое. В школе по субботам занятий не было, и мама дочку не будила.

Лариса проснулась, когда темно-оранжевое солнце уже поднялось над Алматы. Она открыла глаза и, зевая, потянулась так, что в глазах на мгновение тоже чуть не потемнело. Потом вскочила, побежала в кухню и кинулась на шею маме, уже накрывающей завтрак.

И тут Лариса внезапно вспомнила свой сон. Но сразу решила, что если всякий раз рассказывать маме все глупости, которые приходят девочке в голову, а тем более во сне, то у мамы может испортиться настроение и тогда денег на игральные автоматы от нее точно не дождешься. Поэтому, вместо того чтобы рассказывать, Лариса оседлала табуретку за столом и безжалостно раздавила на тарелке нежное горячее солнышко яичницы кусочком подогретого белого хлеба. Вот так, завтракая, Лариса весело болтала ногами под табуреткой и снисходительно глядела по сторонам — то в образе знаменитой киноактрисы, то дикторши алматинского телевидения. Но тут, приглядевшись, напрочь забыла о завтраке: посреди раковины стояла пустая, уже без цветов, хрустальная ваза, а на плите безобразным пятном чернели остатки сбежавшего молока. И тогда Лариса пристально посмотрела на Пантерку, которая сидела рядышком. А Пантерка — так же пристально — на Ларису.

А пурпурные, изломанные розы торчали из-под раковины в мусорном ведре, которое сразу же, подчиняясь Ларисину взгляду, вдруг стало медленно двигаться по полу, пока не уперлось в стену круглым оцинкованным боком.



ЭКОЛОГИЯ

Вороны, грачи и галки уживаются на помойках

Галки, вороны и грачи колонизируют города, и за этим процессом почти 20 лет наблюдают орнитологи Московского педагогического государственного университета под руководством доктора биологических наук профессора В.М.Константинова.

Иногда кажется, что в городе живут только вороны. Эти заметные птицы составляют две трети поголовья московских врановых, но так было не всегда. Для пушкинской Москвы типичны были не вороны, а «стаи галок на крестах». Галка, пожалуй, одной из первых оценила преимущества житья рядом с человеком, где всегда есть пищевые отбросы, тепло и свет. Особенно это важно зимой, когда дни короткие и в естественных условиях птицы часто не успевают собрать достаточно пищи. Дикая галка гнездилась на скалах, поэтому легко освоили «искусственные утесы» — башни, колокольни и каминные трубы. В каменных городах Западной Европы они жили с XII века; французы даже называют эту птицу «chocas des tours» — башенная (каминная, трубная) крикунья. Постепенно галки расширяли свой ареал на север, восток и юг и сейчас освоили населенные пункты в лесостепной зоне, дойдя до лесотундры России. К сожалению, современная архитектура не принимает в расчет птицы потребности. В панельных и блочных домах нет мест, подходящих для гнездования галок. Приходится вить гнезда в полых бетонных опорах ЛЭП или в пустотах сельскохозяйственной техники, стоящей на консервации. Если люди покидают насиженное место (например, деревню), галки еще довольно долго там остаются, при этом гнездятся в самых необычных местах: в старых клетках для кроликов, в поленницах и даже в сорочьих гнездах.

Серые вороны начали осваивать людские поселения гораздо позже галок, но успехов добились несравненно больших. Ворона — исконно лесная птица, недаром в известной басне Крылова она взгромоздилась на ель. Постепенно вороны оценили пользу, которую приносят люди, и стали в городе зимовать. Однако когда холода и бескормица подходили к концу и наступала пора вить гнезда и выводить птенцов, они улетали подальше от человеческого жилья. Потом некоторые пары решили, что улетать не стоит, и с каждым годом у них появлялось все больше последователей. В начале XX века редкие гнезда ворон уже можно было встретить в больших парках, потом их стало все больше, и постепенно они подобрались к сердцу города. Количество ворон с постоянной городской про-

пиской стремительно росло: с 1965-го по 1990 год их численность в Москве увеличилась в 10 раз, в некоторых стаях бывает до 18 тысяч птиц. Растут вороны популяции и в других городах. Вороны движутся по стране не только на север, но и на юг и уже добрались до Астрахани.

Чтобы так стремительно освоиться в новых условиях, птицам пришлось проявить чудеса приспособляемости. Городских деревьев на всех не хватает, и вороны приноровились гнездиться на опорах ЛЭП, на карнизах домов и площадках пожарных лестниц. Традиционные строительные материалы тоже в дефиците, и в ход идут металлические уголки, медная и алюминиевая проволока, причем довольно длинная, до 50 см (к счастью для ворон, охотники за цветными металлами плохо знают орнитологию). Впрочем, населенное воронье гнездо иной раз неприступнее крепости.

Городские птицы почти перестали бояться человека. В Александровском саду, традиционной вороньей слободке, они берут корм из рук. Защищая потомство, вороны запросто могут налететь на человека и даже долбануть по голове. А времени на выведение птенцов у городских птиц предостаточно. В городе теплее, чем в сельской местности, — листья на деревьях распускаются на 2–3 недели раньше. Репродуктивный период у городской серой вороны стал длиннее на целый месяц и начинается уже в феврале.

Рано вьют гнезда и грачи. Они прилетают ранней весной, когда еще лежит снег и корм можно найти только вблизи дорог и человеческого жилья. Потому-то грачи и селятся рядом с людьми, но раньше осенью они откочевывали на юг, а теперь примерно треть московских грачей остается зимовать. И гуляют по городским свалкам, дворам и газонам смешанные стаи ворон, грачей и галок. Хотя эти птицы едят одно и то же, однако пищи много, поэтому они не гоняют друг друга, а держатся вместе — вот бы нам поучиться у них солидарности и взаимовыручке.

ПСИХОЛОГИЯ

«Тварь я дрожащая, или право имею...»

Есть много причин, по которым люди совершают убийства: из ревности, из мести, чтобы устранить конкурента, да мало ли еще почему. Однако профессор Академии управления МВД России Е.Г.Самовичев уверен, что дело не во внешних обстоятельствах. Не каждый человек, оказавшись в критической ситуации, прибегает к насилию, и не всякий преступник — убийца. А потому у убийц должна быть свойственная только им психо-

логическая особенность, которая не позволяет выйти из тяжелого положения никаким иным образом, кроме как лишив жизни другого человека.

Эту особенность Е.Г.Самовичев выявил, изучая личности тех, кто совершил убийство. Оказывается, эти люди находятся в сильной психологической зависимости от другого лица. Тенденция к зависимости возникает в очень раннем возрасте, в семьях, где родители, чаще всего мать, либо не способны, либо не хотят, либо не умеют своевременно и точно удовлетворить естественные потребности ребенка — в пище, тепле, чистоте. Несчастный ребенок никогда не чувствует абсолютной безопасности и удовлетворенности. Зброшенный малыш постоянно ощущает, что его жизнь в руках матери (дети в благополучных семьях над этим вопросом не задумываются). Так и возникает психологическая зависимость от другого человека.

С возрастом эта прискорбная ситуация не исчезает, а лишь меняется. Место матери как фактора жизнеобеспечения может занять другое лицо, но отношение полной зависимости сохранится. Каждому новому человеку преступник приписывает способность удовлетворить его потребности, а затем в той или иной форме требует исполнения желаний — сам он не умеет ничего добиться. Это тоже последствия сильной и долгой зависимости от матери: ребенок поздно становится самостоятельным. Такая задержка имеет серьезные последствия для психического и социального становления личности: у убийц, как правило, невысокий уровень развития и общей культуры, узкий круг знаний и интересов. Поэтому им трудно вписаться в постоянно изменяющийся внешний мир, они его плохо понимают и очень многие ситуации воспринимают как угрожающие.

Преступник хочет обрести независимость и уверенность в себе. Эти качества к большинству людей приходят по мере взросления. А ему нужно разорвать связь с фактором, от которого он зависит, только таким патологическим способом — убить. Пока этого не произойдет, он не уверен в своих возможностях и праве на существование.

По мнению Е.Г.Самовичева, суть той специфической мотивации, которая приводит именно к убийствам, предельно четко выразил Родион Раскольников: «Не для того я убил, чтобы матери помочь... Мне надо было узнать тогда... вошь ли я, как все, или человек?... Тварь я дрожащая, или право имею...» Сомнение в том, кто же он — вошь или человек, — свойственно всем убийцам, хотя никто из них не формулирует эту проблему так ясно, как герой Достоевского. Однако своим преступлением все они стремятся решить эту проблему.





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

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



630090 Новосибирск,
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»
телефон (3832) 397265, 331084;
факс (3832) 343766,
e-mail: demidov@catalysis.nsk.su, tv@ngs.ru

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

Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности 0,1–1000 м²/г
Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата 0,05–0,5
Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция
Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям
Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ

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



ВСЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ДОЗАТОРОВ ВСЕХ ВИДОВ

- Регламентная чистка поршневой системы
- Замена вакуумной силиконовой смазки
- Обновление внешнего вида
- Замена элементов индикаторов объема
- Замена уплотнительных колец
- Калибровка
- Подготовка к проверке
- Гарантия на выполненные работы



ЗАО «АМТЕО М»
Москва 123022,
Б.Декабрьская, 3
т/ф (095)253-1868, 253-8570,
253-8542, 253-8876
e-mail: public@amteo.msk.ru

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

- **Лабораторная техника:**
Центрифуги
Устройства для перемешивания
Ph метры
Кондуктометры
Спектрофотометры
Весы (I-IV знак точности)
Ламинарные боксы
Сушильные шкафы
УЗИ-мойки
Хроматографы
- **Системы водоочистки:**
Класс дистилляторы
Класс БИ-дистилляторы
Класс аналитической чистоты
- **Дозаторы пипеточные:**
Механические
Электронные
- **Лабораторная посуда:**
Стекло (Чехия, Россия)
Фарфоровая (Россия)
Пластиковая
(Финляндия, Россия)
- **Лабораторная мебель**

ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ

ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ

Закрытое акционерное общество

ЭКОС-1

ОРГАНИЧЕСКИЕ РАСТВОРИТЕЛИ

CH, CH₄, C₂H₆, ОС, СH₂Cl₂

Для:

- аналитических исследований;
- хроматографического и спектрального анализа;
- химического анализа;
- контроля окружающей среды;
- электроники и специальной техники;
- косметики и фармацевтики;
- научных исследований и лабораторных занятий;
- технологических целей.

ОСНОВНАЯ ПРОДУКЦИЯ:

АЦЕТОН ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₄ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂ , СH ₃ COCH ₃	МОНОЭТАНОЛАМИН ОС, СH ₂ Cl ₂ , СH ₃ NOH
АЦЕТОНИТРИЛ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ COCH ₂ NO ₂	n-ГЕКСАН CH ₄ , C ₂ H ₆ , СH ₃ NOH
БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ COCH ₂ NO ₂	n-ГЕПТАН СH ₃ NOH
БЕНЗОЛ CH ₄ , C ₂ H ₆	ОПТОКСИЛОЛ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ NOH
БУТАНОЛ CH ₄ , C ₂ H ₆ , СH ₃ NOH	ПЕНТИЛАЦЕТАТ СH ₃ NOH
БУТИЛАЦЕТАТ CH ₄ , СH ₃ COCH ₂ NO ₂	ПЕРХЛОРЭТИЛЕН CH ₄ , СH ₃ NOH
ТЕКСАМЕТИЛДИСИЛАЗАН ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂	ПАРАКСИЛОЛ СH ₃ NOH
ТЕКСАМЕТИЛДИСИЛОКСАН CH ₄ , C ₂ H ₆	ТЕТРАЭТОКСИСИЛАН ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂
ДИМЕТИЛФОРМАМИД ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂	ТОЛУОЛ ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂
ИЗОАМИЛОВЫЙ СПИРТ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ COCH ₂ NO ₂	ТРИХЛОРЭТИЛЕН ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂
ИЗОБУТИЛАЦЕТАТ СH ₃ NOH	ХЛОРБЕНЗОЛ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ NOH
ИЗОБУТИЛОВЫЙ СПИРТ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ COCH ₂ NO ₂	ХЛОРОФОРМ УФС CH ₄ , C ₂ H ₆ , СH ₃ NOH
ИЗООКТАН CH ₄ , ЭТАНОЛННЫЙ	ЦИКЛОТЕКСАН C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ NOH
ИЗОПРОПИЛОВЫЙ СПИРТ ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂	ЦИКЛОТЕКСАНОН C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ NOH
МЕТИЛПИРОЛИДОН C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ COCH ₂ NO ₂	ЭТИЛАЦЕТАТ CH ₄ , C ₂ H ₆ , СH ₃ NOH
МЕТИЛЕН ХЛОРИСТЫЙ ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂	ЭТИЛПЕЛЛОЗОЛЬВ C ₂ H ₅ Cl, СH ₃ NOH
МЕТИЛЭТИЛКЕТОН CH ₄ , C ₂ H ₆	ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД ОС, СH ₂ Cl ₂ , CH ₂ F ₂ , CH ₂ Br ₂ , CH ₂ I ₂

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ НАБОРЫ, СОЛИ, КИСЛОТЫ

Наш адрес: 107076, г. Москва, ул. Богородский вал, д.3, стр. 6, 4 этаж

(095) 964-98-69, 963-75-42, 963-75-02

<http://www.ekos-1.ru>, e-mail: office@ekos-1.ru

ПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ Ч, ХЧ, ЧДА, ОС.Ч квалификаций



Предприятие ЗАО «ЭКОС-1» было создано в 1989 году на базе одного из подразделений ФГУП «ИРЕА». Ориентация на производство и использование только собственных оборотных средств позволила фирме в сложные годы перестройки не только выстоять, но и успешно развиваться, преодолевая все сложности как политического, так и экономического характера в частности кризис 1998 года.

Уже более 13 лет ЗАО «ЭКОС-1» производит реактивы — органические растворители, комплексоны, соли и кислоты. Основное кредо организации — высочайшее качество выпускаемой продукции, обеспечиваемое хорошо оснащенной аналитической базой, развитой производственной инфраструктурой и современным складским комплексом.

В настоящее время ЗАО «ЭКОС-1» является ведущим производителем органических растворителей в России. Высокое качество, широкий ассортимент продукции (более 120 наименований) и наличие консигнационных складов на территории России (Северо-Западный регион, Поволжье, Урал, Сибирь, Приморье) позволяют удерживать до 70% рынка. Производство ЗАО «ЭКОС-1» лицензировано, вся продукция прошла гигиеническую оценку в Центре Государственного санитарно-эпидемиологического надзора г. Москвы и имеет Паспорта безопасности, зарегистрированные в Госстандарте РФ.

Фирма располагает мощным научным потенциалом. В ЗАО «ЭКОС-1» работают доктора и кандидаты химических наук, сочетающие научно-техническую работу с преподавательской деятельностью. Сотрудники предприятия принимают участие в специализированных форумах, конференциях и семинарах, проводимых в России и за рубежом.

Заслуженным признанием работы организации является диплом и медаль лауреата юбилейной Международной выставки «Химия-99».

По итогам 2001 г. ЗАО «ЭКОС-1» вошло в 1000 лучших предприятий России, а также в рамках Всемирного дня качества награждено медалью «За высокое качество выпускаемых товаров».

С января 2001 г. ЗАО «ЭКОС-1» является членом Ассоциации разработчиков, производителей и поставщиков химической продукции и лабораторного оборудования «РОСХИМПРЕАКТИВ».

ЭКОС-1

Наш адрес: 107076, г. Москва, ул. Богородский вал, д.3, стр. 6, 4 этаж

(095) 964-98-69, 963-75-42, 963-75-02

<http://www.ekos-1.ru>, e-mail: office@ekos-1.ru

ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ

C_7H_{16}
 CH_3CN
 C_6H_6
 CH_3COCH_3
 $CH_3COOC_4H_9$



КАТАЛИЗ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ CATALYSIS IN INDUSTRY

Научно-технический журнал «Катализ в промышленности» основан в 2001г. Выходит 6 раз в год. Знакомит читателей с новыми результатами научно-исследовательских работ отраслевых и академических институтов, научных и промышленных центров, вузов России, СНГ, обобщает опыт по разработке, производству и эксплуатации катализаторов и адсорбентов, каталитических процессов и реакторов для различных отраслей промышленности (химия, нефтехимия, нефтепереработка, металлургия, фармацевтическая, пищевая, топливно-энергетический и оборонный комплексы, биотехнология и др.), охраны окружающей среды. Журнал освещает последние достижения мировой науки в области прикладного катализа; итоги конференций, семинаров; патенты по каталитическим процессам; информирует о защищенных диссертациях. Специальный раздел включает рекламный материал по катализаторам последнего поколения.

Россия, 111991, г. Москва, Ленинский пр-т, 4, МИСиС, изд-во «Калвис».
Тел.: (095)955-00-29, 916-66-16. E-mail: ctls@online.ru, <http://ind.catalysis.nsk.su>.

ПРИГЛАШАЕМ НА ПОСТОЯННУЮ РАБОТУ

**химиков, специалистов
в области органического синтеза,
а также программистов**
(желательно с химическим образованием)



**В московскую лабораторию
фирмы ChemBridge Corporation**
с перспективой работы за рубежом
оклад 12–25 тыс. рублей + премия
Иногородним предоставляется общежитие

Для рассмотрения Вашей кандидатуры
присылайте резюме.

E-mail: job@chembridge.ru

**Предлагаем спонсорскую поддержку
конференций и симпозиумов
по органической химии**

Факс: (095) 956-49-48 Тел.: (095) 784-77-52,
246-48-11

Почтовый адрес: 119048 Москва а/я 424

Шестая рамочная программа ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА на 2002–2006 гг.

*Бюджет программы – 17,5 миллиарда евро.
Россия и другие государства СНГ
могут участвовать во всех направлениях
Рамочной программы*

Приоритетные направления исследований, поддерживаемые программой: наука о жизни, геномика и биотехнология для здравоохранения; технологии информационного общества; нанотехнологии и нанонауки; авиатика и космос; качество и безопасность продуктов питания; устойчивое развитие, глобальное изменение и экосистемы; устойчивые энергосистемы, надежный наземный транспорт; глобальное изменение климата и экосистемы; население и вопросы управления.

Отдельная Программа по ядерной энергетике – Евратом.

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ НА САЙТЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА:

http://europa.eu.int/comm/research/fp6/index_en.html

НА САЙТЕ КОРДИС:

<http://www.cordis.lu/fp6>

НА САЙТЕ ЦИСН (на русском языке):

<http://www.fp6.csr.ru/>

**С 18 по 21 марта 2003 года в Москве
на территории КВЦ «Сокольники», павильон №11а будет проходить
VI Московский международный Салон промышленной собственности
«АРХИМЕД»**

Салон «Архимед» — первая в нашей стране крупная выставка, которая позволяет российским изобретателям выходить на международный уровень, не выезжая из страны. Салон проводится с 1998 года. Если на первом «Архимеде» выставлялось всего 86 экспонатов, то на V «Архимеде» (Москва, 2002 г., КВЦ «Сокольники») их было уже свыше 1000. В последнем Салоне приняли участие представители 46 регионов России и 18 стран мира. Салон посетили тысячи москвичей и гостей столицы. В ходе работы Салона и по его итогам были заключены контракты и подписаны протоколы о намерениях на сумму свыше 800 млн. долларов США.

«Архимед-2003» проходит при поддержке Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), Министерства обороны РФ, Министерства промышленности, науки и технологий РФ, Торгово-промышленной палаты РФ, Правительства Москвы, Роспатента РФ, Объединения «Союзпатент».

На Салоне будут присутствовать руководители министерств и ведомств РФ, руководители крупных международных Салонов изобретений из США («Мир новых идей» INPEX), Японии (World Genius Convention), Болгарии (East West Euro Intellect), Боснии (ИНОСТ), Германии (EUROMOLD), а также изобретатели и ученые из этих и других стран.

«Архимед-2003» — не просто выставка, а своеобразный форум изобретательства, в ходе которого состоятся:

- конференция по патентной охране объектов интеллектуальной собственности;
- «круглые столы» и семинары различной тематики;
- деловые встречи бизнесменов и предпринимателей с владельцами объектов промышленной собственности;
- конкурсные программы по номинациям: «Лучшее изобретение», «Лучший товарный знак», «Лучшее детско-юношеское изобретение»;
- пресс-конференция с участием информационных спонсоров;
- презентации национальных делегаций Болгарии, США, Югославии, Хорватии, Южной Кореи; детского научного городка; отдельных уникальных проектов и разработок

На Салоне будут представлены уникальные разработки в самых различных областях науки и техники, медицины и здравоохранения, новейшие методы обучения и многое другое. Большой раздел экспозиции будет посвящен научно-техническому творчеству детей и молодежи. Гостей и участников Салона ждет также интересная культурная программа.

**105318, Россия, Москва, Щербаковская ул., д.53
ООО «ЦНТТ «АРХИМЕД»**

тел./факс: (095) 366 14 65, 366 03 44
E-mail: mail@archimedes.ru; http://www.archimedes.ru

БИОТЕХНОЛОГИЯ 2003

V Международная специализированная выставка

16–19 июня 2003 года · Санкт-Петербург · Петербургский спортивно-концертный комплекс

ОБОРУДОВАНИЕ. ТЕХНОЛОГИИ. СЫРЬЕ. ПРОДУКЦИЯ

- Сырье и материалы для медицины, фармации, косметологии, пищевой промышленности, сельского хозяйства и ветеринарии
- Оборудование биотехнологической промышленности: технологическое, лабораторное
- Тара, упаковка, хранение, маркировка и транспортировка
- Сертификация, стандартизация и лицензирование биотехнологической продукции
- Экологические аспекты и охрана окружающей среды
- Технологии и исследования, тенденции и пути развития биотехнологии

В деловой программе выставки

IV Форум «БИОТЕХНОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ»

ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ

- Министерство промышленности, науки и технологии Российской Федерации
- Ассоциация предприятий и организаций медицинской промышленности Санкт-Петербурга и Ленинградской области
- Международное объединение разработчиков, производителей и пользователей медицинской техникой
- Ассоциация «Новые технологии в медицине»
- ГНЦ ГОСНИИ особо чистых биопрепаратов
- НИТИ антибиотиков и ферментов медицинского назначения
- НИИ вакцин и сывороток
- Uniphy Elektromedizin GmbH, Германия
- Санкт-Петербургский центр бизнес-контактов в г. Котка, Финляндия
- Выставочное объединение «СИВЕЛ»

ПОДРОБНУЮ ИНФОРМАЦИЮ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ:

Выставочное объединение «СИВЕЛ»

Дирекция выставки «Биотехнология 2003»

Россия, 194100, Санкт-Петербург,

Ул. Капитана Воронина, д. 13 (Лесной пр. 65/8)

Культурно-выставочный центр «Евразия»

Тел.: +7-812 5963781

+7-812-3246416

E-mail: biotech@sivel.spb.ru

www.sivel.spb.ru

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ I



МОСКВА - 2003

Четвертый
Международный Форум

The Fourth International Forum
“High Technology of XXI”

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

XXXI ВЕКА “BT XXI - 2003”

21-25 АПРЕЛЯ 2003 г., МОСКВА
ВК ЗАО “ЭКСПОЦЕНТР”

Организаторы:

Правительство Москвы,
Комитет по реформированию оборонных предприятий,
расположенных в городе Москве

Министерство промышленности, науки и технологии
Российской Федерации

Институт экономики и комплексных проблем связи
АО “ЭКОС” (ООО “ЭКСПО-ЭКОС”)

Российский фонд развития высоких технологий - РФРВТ

Московский торгово-промышленная палата - МТПП

По вопросам участия обращайтесь:
Международная конференция

Форум BT XXI - 2003
Выставка BT - 2003

тел.: (095) 954-8087, факс: 954-5008
e-mail: info@bt2003.ru

РФРВТ АО “ЭКОС” ООО “ЭКСПО-ЭКОС”
тел.: (095) 331-0501
331-1333

Участие зарубежных фирм и компаний

факс: (095) 331-0900
331-0511

МТПП
тел.: (095) 132-7429, факс: 132-0733
e-mail: extrade@mtpp.org

e-mail: vt@ecos.ru; vt@ecos.ru
www.bt-2003.ru; vt@ecos.ru

www.hitechno.ru



ИНФОРМАТИКА

АИСТЫ для мобильной связи. № 7, с. 6.
Анализируй это. № 11, с. 5.
Байкал растет. № 5, с. 4.
Бактерии делают золото. № 7, с. 4.
Безопасный полет на Марс. № 5, с. 4.
Буря на сердце. № 3, с. 6.
В Арктике холодает. № 6, с. 4.
В Москве живут не только люди. № 5, с. 5.
В России на подходе вакцина против СПИДа. № 4, с. 6.
Вирус гриппа причастен к шизофрении. № 4, с. 6.
Война на земле — проблемы в небе. № 1, с. 4.
Вороны, грачи и галки уживаются на помойках. № 12, с. 60.
Восстанавливать глаз научимся у тритона. № 4, с. 7.
Всероссийская олимпиада по органической химии. № 6, с. 8.
Где будет трясина? № 12, с. 4.
Глобальное потепление делает воду живой. № 10, с. 5.
Голос иной цивилизации скоро будет услышан?. № 4, с. 4.
Грязь всех цветов радуги. № 1, с. 5.
Дешевые томографы. № 6, с. 6.
Доисторическая опухоль. № 3, с. 5.
Душевнобольные больны не только душевно. № 2, с. 7.
Дышите перекисью водорода. № 4, с. 5.
Евразия вращается вокруг Тибета. № 10, с. 4.
Европейские исследования — 2002. № 12, с. 4.
Еще одна гипотеза старения. № 6, с. 6.
Желе из тараканов. № 8, с. 4.
Живой портрет или Жизнь после смерти. № 3, с. 7.
Жизнь автомобиля без платины. № 2, с. 4.
Жизнь на Землю принесли кометы? № 10, с. 4.
Зачем голубым елям лишние хромосомы? № 2, с. 6.
Зачем человеку трахея. № 2, с. 4.
Земля теряет кислород. № 9, с. 5.
Индивидуальный год человека. № 1, с. 69.
Инсулин в таблетках. № 1, с. 6.
Источник тепла внутри Земли — трение. № 7, с. 4.
Как бы пожить подольше. № 7, с. 5.
Как зарождалась жизнь в Космосе. № 3, с. 4.
Как помочь ребенку «без тормозов»? № 4, с. 68.
Каменные бабы. № 1, с. 69.
Кефир защищает от мутаций. № 12, с. 6.
Клей вместо иглы и пластыря. № 3, с. 6.
Коллекция минералов в наших зубах. № 12, с. 7.
Кораблям нужна чистая вода. № 8, с. 6.
Кролик под гипнозом. № 9, с. 7.
Лазерная сварка алюминия. № 12, с. 4.
Липовый индикатор. № 6, с. 7.
Лучше мельче, да больше. № 3, с. 5.
Магнитное поле Земли влияет на хромосомы. № 10, с. 6.
Магнитные бури еще и трясут. № 2, с. 37.
Марс и Земля бросаются метеоритами. № 9, с. 4.
Микробов — к стенке, серебряной. № 12, с. 5.
Миндалины спасают от рака. № 3, с. 6.
Мох вместо бинта и тампона. № 10, с. 6.
Моча кота регулирует рождаемость. № 5, с. 6.
Муравьи просыпаются от запаха. № 1, с. 6.
На ледяных планетах могут жить бактерии. № 8, с. 5.
На Тунгуске взорвался газ, а не метеорит. № 9, с. 4.
Нанотрубка в форме вилки. № 9, с. 5.
Невидимая корона ЛЭП. № 8, с. 5.
Невидимый враг биосферы. № 9, с. 6.
Нейрогормоны вместо антибиотиков. № 7, с. 6.
О пользе белых грибов. № 2, с. 37.
Огнетушитель для нефтехранилищ и самолетов. № 11, с. 6.
Опасности искусственного оплодотворения. № 2, с. 69.
Отчего скорпион ядовит. № 2, с. 5.
Плевков и вспышка. № 2, с. 5.
Поваренная соль против пожара. № 10, с. 5.
Полных людей не любили в детстве. № 2, с. 6.

Помешательство сомнений. № 5, с. 7.
Почему жировые клетки столь живучи? № 2, с. 6.
Практически чистая фруктоза. № 11, с. 6.
Психологический портрет язвенника. № 7, с. 6.
Радиация съедает фосфор. № 9, с. 6.
Раствор гемоглобина вместо крови. № 12, с. 6.
С закрытыми глазами можно видеть. № 7, с. 5.
Салат не боится глобального потепления. № 5, с. 5.
Самый жесткий телескоп. № 6, с. 4.
Сверхчистого водорода? Сколько угодно! № 1, с. 5.
Серый волк умеет считать. № 4, с. 69.
Сибирскую язву расстреливают электронами. № 12, с. 5.
Сила страсти. № 10, с. 7.
Слабое звено раковых клеток — митохондрии. № 8, с. 7.
Солнце утопило Европу. № 11, с. 4.
Сталь для капитана Немо. № 3, с. 4.
Сто лет русским динозаврам. № 11, с. 4.
Стопроцентная диагностика. № 7, с. 49.
«Тварь я дрожащая, или право имею...» № 12, с. 60.
Тропические растения заселяют подмосковные реки. № 11, с. 31.
Тяга к наркотикам — в баллах. № 2, с. 69.
Тянь-Шань теряет ледниковые шапки. № 1, с. 4.
Учиться тяжелее, чем работать. № 1, с. 7.
Фермент смерти в головном мозге. № 1, с. 45.
Формула живого. № 6, с. 5.
Холод — двигатель эволюции. № 7, с. 49.
Хохуля — ровесник мамонта. № 6, с. 69.
Чего тебе надобно, золотая рыбка? № 8, с. 6.
Человек познает космос и себя. № 8, с. 4.
Что такое «лезть в бутылку». № 1, с. 45.
Электронный язык в действии. № 4, с. 4.

Эх, дороги, пыль да туман. № 11, с. 7.

ДОКУМЕНТ

Платэ Н.А. «Государство, которое не хочет кормить своих ученых, будет кормить чужих». № 9, с. 8.
Блэр Т. О значимости науки. № 9, с. 10.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ. КЛАССИКА НАУКИ

Алексеев С. Полет на антипротонах. № 10, с. 25.
Бочарова Л.С., Чайлахян Т.А., Чайлахян Л.М. Клонирование млекопитающих. № 2, с. 16.
Вельков В.В. На мутациях без тормозов. № 7, с. 26.
Вельков В.В. Стресс — ускоритель эволюции. № 2, с. 19.
Глазко В.И. Чернобыльский полигон эволюции. № 6, с. 30.
Голубовский М.Д. Гиганты генетики: неизбежность непризнания. № 5, с. 20; Программа «Геном человека»: реальная польза или великий соблазн? № 12, с. 32.
Каменский А.А. Вавилонская башня биологии, или Зачем биологам общий язык. № 9, с. 18.
Кизильштейн Л.Я. Ископаемые растения: рассматриваем невидимое. № 2, с. 32.
Клещенко Е. Третий возраст. № 1, с. 28.
Комаров С.М. Керамические кружева. № 12, с. 16; Путь к острову стабильности. № 11, с. 8.
Корочкин Л.И. Деловые стволы. № 7, с. 14.
Крылов В.Н. Фаготерапия. № 3, с. 11.
Куликова О., Шеховцов А. Триумф параллельных законов. № 4, с. 34.
Литвинов М. Техника ловли клеток. № 7, с. 18.
Максименко О., Мотылев С. Электроны обратной стороны. № 10, с. 22.
Минин А.А. Деревья и птицы об изменениях климата. № 2, с. 38.
Офицеров Е.Н. Кремний в биосфере. № 7, с. 32.
Розанцев Э.Г. Радикалы на свободе. № 7, с. 40.
Савельев С.В., Лавров А.В. Окаменевшие мозги. № 1, с. 40.



Свердлов Е.Д. Геном человека: новые горизонты. № 5, с. 16;
Гены и поведение: что мы знаем и почему мы знаем так мало. № 12, с. 39.
Середенин С.Б. Фармакогенетик. № 6, с. 20.
Синегрибов В.А. Дары преисподней. № 8, с. 18.
Скулачев В.П. Феноптоз, или Запрограммированная смерть организма. № 11, с. 20.
Тетушкин Е.Я. Прорыв в белковой инженерии. № 1, с. 8.
Фащук Д.Я. Ох уж этот Аристотель! № 3, с. 36.
Шейнкман Б.С. Умная мышца марафонца. № 10, с. 46.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Марков А.А. Ода карликовым самцам. № 10, с. 36.
Михайлов П. Хромосома X в четырех кругах незнания. № 8, с. 24.

ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Андреев Е.М. Мир поздних мам. № 1, с. 23.
Вельков В.В. Грамматика эволюции человека. № 1, с. 18.
Животовский Л.А. Правнуки и пращурцы. № 6, с. 16.
Кураев А. Православная церковь о клонировании. № 7, с. 23.
Сизикова Е. Еще раз о клонировании. № 7, с. 20.
Травин А. Краткое послание женщинам добальзаковского возраста. № 1, с. 27.

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Арнольд О.Р. Квартирный вопрос. № 8, с. 51.
Ашкинази Л.А. Чувство, которое всегда с тобой. № 10, с. 15.
Багоцкий С.В. О расах, нациях, дяде Сэме и Одессе-маме. № 9, с. 52.
Гайнер М.Л., Ашкинази Л.А. Школа в наше время. № 5, с. 50.
Джеймс У. Обманы и мистификации в науке. № 11, с. 58.
Корнберг А. Биохимия на рубеже веков. № 12, с. 40.
Крылов О.В. Конец химии? № 8, с. 8.
Кучицу К. Воспитание химика: от сердца к сердцу. № 7, с. 42.

Попов В.П., Крайнюченко И.В. Эволюция против деградации. № 9, с. 28.

Раушенбах Б.В. «Убеждаясь и мыслью, и сердцем» № 4, с. 8.

Уотсон Д. Как преуспеть в науке. № 10, с. 32.

ЗДОРОВЬЕ. БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Александрин В.В. Гипертония. № 4, с. 16.

Андреев Е.М., Харькова Т.Л. Туберкулез в России и в мире: история болезни. № 12, с. 42.

Благутина В. Биохимия и генетика, как олимпийский вид спорта. № 11, с. 39; Гормон железа. № 9, с. 38.

Клещенко Е. Осязаемый DOS. № 10, с. 12.

Коваленко Л.В. Что разглядит морщины. № 1, с. 34.

Литвинов М. Клетки в клетке. № 9, с. 42; Малярия — современные подходы. № 9, с. 46.

Монье Э. Каждый пятый студент применяет допинг накануне экзаменов. № 11, с. 36.

Москалев Е.В. Как кожа заботится об организме. № 8, с. 28.

Прозоровский В.Б. Крысик — сын крыса-алкаша. № 11, с. 33.

Соколова М.И. Вернется ли малярия в Россию? № 9, с. 41.

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Белецкий Б.И. Российские кости. № 2, с. 13.

Дорожкин С.В., Агатопоулус С. Биоматериалы: обзор рынка. № 2, с. 8.

Дутов А.А. Смазать, прижать, подождать. № 12, с. 27.

Канцерогены: ничего кроме правды. № 5, с. 27.

Намер Л. Как выращивают камни. № 1, с. 46; На смену Дюраселлу. № 4, с. 21; Самый универсальный. № 6, с. 38;

Стекло сегодня. № 9, с. 34.

Резник Н. Всюду конопля. № 6, с. 50.

Сафаров М.Г. Самое большое богатство на свете. № 4, с. 26.

Сенатская И.И., Байбуртский Ф.С. Жидкость, которая твердеет в магнитном поле. № 10, с. 26.

Третьяков Ю.Д. Керамика наших дней. № 11, с. 50.

Третьяков Ю.Д. Стекланный, оловянный, деревянный? № 2, с. 10.

САМОЕ, САМОЕ В ХИМИИ

Леенсон И. На что способны химики. № 2, с. 50; Химики со шприцом. № 1, с. 60; Химические публикации. № 8, с. 12; Сколько живут химики? № 3, с. 52.

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ. ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ. ЖЕРТВА НАУКИ

Горяшко А. Обыкновенная история гаги обыкновенной. № 5, с. 32.

Ермаков А. Спирт из водного гиацинта. № 11, с. 49.

Замятина Н.Г. Извлечение аромата. № 2, с. 26.

Зверева Л.В., Яковлев Ю.М. В море по грибы. № 8, с. 46.

Знаменский С. На денежки Водяного. № 2, с. 54.

Мазуренко М.Т. Чай. № 3, с. 42.

Мотылев С. Водный гиацинт в гептиловом болоте. № 11, с. 46.

Несис К.Н., Катугин О.Н., Ратников А.В. Кто это к нам приплыл такой маленький? № 7, с. 54.

Орлов Е.В. Возрождающийся из ила. № 8, с. 48.

Резник Н. Вечное дитя. № 9, с. 72; Гиганты науки. № 10, с. 72; Любящая росу. № 6, с. 72;

Пекарские дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*). № 5, с. 72; Показательный объект. № 12, с. 72;

Правда об амебе. № 11, с. 72;

Самый первый подопытный зверь. № 7, с. 72.

Садовский А.С. Ализарин марены красильной: вещь-не-в-себе или вещь-не-для-нас? № 7, с. 36.

Тирас Х.П. Посмотри в глаза планарии. № 4, с. 72.

ГИПОТЕЗЫ. ДИСКУССИЯ

Александров Е.Б. «Я совершенно убежден, что речь идет о пошлой мистификации». № 11, с. 62.

Видим — не видим. № 11, с. 60.

Жвирблис В.Е. Антиномии естествознания. № 2, с. 60.

Комаров С.М. Две модели. № 11, с. 60.

Майков В.П. Квантована ли энтропия? № 9, с. 29.

Синегрибов В.А. Вулканы через призму виноделия. № 5, с. 41.

ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

Hi.Tech на рынке — третий этап. № 3, с. 8.

Алдошин С.М. Технология внедрения. № 7, с. 8.

РАССЛЕДОВАНИЕ

Александрин В.В. Вижу — не вижу № 10, с. 8.

Бельшесов Е.А. Мезозой и эволюция по Дарвину. № 11, с. 26.

Дейчман У., Мюллер-Хилл Б. Абреферменты Эмиля Абдергальдена. № 3, с. 16.

Леенсон И.А. Загадка оксалата, или Реакция, которой интересовались все знаменитости. № 7, с. 50.

Ротшильд Е.В. СПИД: новая драма по старому сценарию. № 6, с. 24.

Ханайченко А. Трактат о собственной сытости и благополучии потомства. № 8, с. 42.

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА. ХИМИЯ ЖИЗНИ. РЕСУРСЫ

Мазуренко М.Т. Экология во времени и в пространстве. № 4, с. 30.

Пахомов П.М. Полимерные волокна прочнее стали. № 6, с. 10.

Раменский Е.В. Праздник жизни у жерла подводного вулкана. № 5, с. 36.

Розовский А.А. Новое топливо из природного газа. № 5, с. 8.

Хрисостомов Ф.А. Джинсы: искусство или ремесло? № 3, с. 24.

Фащук Д.Я. Моря подводной нефти. № 6, с. 43.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ. ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК. ИНТЕРВЬЮ

Швейкин Г.П. Знать и уметь — разные вещи. № 5, с. 12.

Золотов Ю.А. В Саудовскую Аравию не в качестве паломника. № 8, с. 62.

Бару М. Sandiegan. № 4, с. 63.

Кушнер Б. Семь часов в Одессе. № 3, с. 58.

Алексеев С. Дырка в листе как портал глобального потепления. № 6, с. 53.

Алексеев С. Увидеть скрытое от глаза. № 11, с. 17.

Бердоносос С.С., Баронов С.Б. Флейта для Дюймовочки. № 4, с. 24.



Комаров С. Кислотная жизнь. № 9, с. 65; Коллоидная стереолитография. № 10, с. 30; Цветы из нанотрубок. № 7, с. 39; Черная лента смерти. № 9, с. 40; Дети пьяной матери — не все потеряно. № 11, с. 32.
Литвинов М. Балтийский биотех. № 12, с. 8.
Мискинова Н.А., Швилкин Б.Н. Дуга горела на столе № 3, с. 22.
Тимофеева О. Игла-самокрутка. № 10, с. 45.

СОБЫТИЯ. КНИГИ

Журналу «Химия и жизнь» присуждена Беляевская премия. № 7, с. 11.
Каховский Л. Страдания научного журналиста. № 6, с. 69.

РАСЧЕТЫ. НАБЛЮДЕНИЯ

Комаров С. Судьба обезьяны. № 9, с. 57.
Смирнов С. Небесный человек. № 8, с. 32.
Мельникова О.Н. Вихри в розовом тумане. № 8, с. 16.

ПОРТРЕТЫ. ПАМЯТЬ. СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ. ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ. АРХИВ

Ашкинази Л., Леенсон И., Литвинов М. Толково о чудесах. № 4, с. 48.
Вехов Н.В. В восьми градусах от Северного полюса. № 7, с. 58.
Гомазков О.А., Оэме П. Великий непоседа. № 7, с. 44.
Горяшко А. Детские и взрослые сказки семьи Бианки. № 8, с. 34.
Засухина-Петрянова Г.Д. Штрихи к портрету И.В.Петрянова. № 5, с. 68.
Клотц И. Вспоминая Альберта Сент-Дьердьи. № 4, с. 42.
Логинов С. Как я охранял природу. № 3, с. 28.
Лоренц К. Так называемое зло. К естественной истории агрессии. № 8, с. 54.
Магомедов М. О вреде соавторства. № 6, с. 60.
Маккей Алан. Джон Бернал и его лаборатория. № 1, с. 50.

Мэддокс Д. Тернистая дорога к ДНК. № 9, с. 58.
Налимов В.В. Жизнь и смерть. № 2, с. 56.
Орехов Ю. «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!». № 9, с. 60.
Охлобыстин О.Ю. Призвание и характер. № 6, с. 56.
Реформатский И.Р. Тяжкие раздумья великого химика. № 1, с. 54.
Русакова М.Ю. Менделеев — судебный эксперт. № 5, с. 52.
Терентьева Е.А. Химия в глубоком тылу. № 5, с. 56.
Фейнман Р. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир. № 12, с. 20; «Грузокультурные» науки. № 9, с. 60; Лос-Аламос снизу. № 10, с. 54.
Фиалков Ю.Я. Камешки из химической мозаики. № 4, с. 45.
Черников А.М. Анатомия крови и чести. № 10, с. 40.

ПРАКТИКА. ДОМАШНИЕ ЗАБОТЫ. УЧЕННЫЕ ДОСУГИ

Куликова О., Шеховцов А. О равноправии соавторов. № 9, с. 22.
Леенсон И.А. Холодильникам тоже жарко! № 7, с. 57.
Объекты техносферы. № 1, с. 13.
Работа с живым. № 1, с. 12.
Работа с материалом. № 1, с. 14.
Стернин И. Химики были первыми! № 4, с. 56.

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Горзев Б. «Папа, загрызи физиолога!» № 5, с. 43.
Жуков Д.А. Крыса как домашнее животное. № 2, с. 44.
Киселева А.В. Травяной чай: теория и практика. № 3, с. 46.
Мазуренко М.Т. Королек, каки, персимон, хурма обыкновенная № 12, с. 53.
Москалюк Т.А. И расцвел подснежник! № 4, с. 36.
Райхельгауз Ю. Русские художники в Эстонии, или Картинки с несостоявшейся выставки. № 12, с. 50; Как расписать стекло под витраж. № 12, с. 52.
Толченева Е. Мой маленький ураган. № 6, с. 54.

Халецкий В.А. Химия и деньги. № 8, с. 14.

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ. ФАНТАСТИКА

Аренев В. Зодчий-Без-Очей. № 11, с. 64.
Баскакова А. Кролик на свободе. № 4, с. 58.
Варфоломеев Е., Марьин О. Последняя битва старого и матерого галактического рейнджера-истребителя Сидорова Евгения Олеговича. № 9, с. 66.
Каганов Л. Летящие в пустоту. № 5, с. 62.
Клещенко Е. Неточная копия. № 2, с. 62.
Кликин М. Мужик. № 8, с. 66; Дракон. № 8, с. 68.
Людвиг Н. Новогодняя сказка для Ларисы. № 12, с. 60.
Марьин О. Подкачка. № 1, с. 63.
Никифоров Н. Нелетная погода. № 7, с. 64.
Постникова Е. Божья коровка. № 6, с. 64.
Ситников К. «Завтра я должна умереть» № 3, с. 62.
Точильникова Н. Великая чума. № 10, с. 62.

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Артамонова В. Как увидеть ДНК. № 2, с. 48.
Ефремов В.В., Дегтярев П.А. Пирофорные свойства металлов. № 9, с. 49.
Задачи Соросовских олимпиад по биологии. № 1, с. 56; № 10, с. 50; № 5, с. 46.
Задачи Соросовских олимпиад по химии. № 3, с. 48; № 12, с. 46.
Кантор Б.З. Минерал, который живет один день. № 11, с. 54; Самоорганизация в мире кристаллов. № 4, с. 52; Сталактит, но соляной. № 9, с. 48.
Леенсон И. Комментарии к заметке «Пирофорные свойства металлов», № 9, с. 50; Как их сосчитать? № 11, с. 55.
Удодов И. «Роль хлорофилла выполняет гемоглобин» № 4, с. 55.

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Артамонова В. Выживают каннибалы. № 3, с. 71.
Егорова М. Спасибо пчелам за утренний кофе. № 10, с. 70.
Комаров С. Сажусь направо — песнь заводит № 11, с. 70.
Литвинов М. Кожа дышит глубоко. № 5, с. 71; О вязании лыка. № 3, с. 70; Сон и память. № 2, с. 70.
Лозовская Е. Кино на простыне. № 10, с. 71; Компьютерный зрительный синдром. № 7, с. 70; Машина со встроенным полицейским. № 6, с. 70; Сканер против терроризма. № 1, с. 70; Только правду и шепотом. № 8, с. 70; Чуткая челюсть крокодила. № 9, с. 70.
Маркина Н. Новости о предках. № 6, с. 71.
Рындина О. А если в партию сгрудились малые № 9, с. 71; О подделке видеодокументов. № 12, с. 70.
Сутоцкая Е. Идеальный фоторобот. № 1, с. 71; Кофе и память. № 2, с. 71; Меньше спишь — дольше живешь? № 5, с. 70; Разговор в пути. № 4, с. 70; Стареть нужно весело. № 11, с. 71; Темп и скорость. № 7, с. 71; Умный стакан требует долива. № 8, с. 71.
Тельпуховская О. Самый старый метеорит. № 12, с. 71; Ученые считают овец. № 4, с. 71.

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Бутюгин А.В. Атом — вечный двигатель. № 9, с. 31.
Закгейм А.Ю., Егорова Е.В. О возрасте российских химиков. № 3, с. 55.
Искренникова Г.В., Плотников А. Еще раз про этилен из полиэтилена. № 4, с. 55.
Курдюмов Г.М. Элементография. № 11, с. 16.
Майоров В.Г. Фольклор испытателей. № 8, с. 21.

Статьи, опубликованные в 2002 году



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

О подделке видеодокументов

Женщина на экране произносит слова... которых она в действительности никогда не говорила. Движения ее губ естественны и синхронны с голосом. Однако вся эта естественность просчитана на компьютере.

Для достижения столь впечатляющего результата Тони Эзат, исследователь из Массачусетского технологического института, сначала записал участницу эксперимента на видео — в течение пятнадцати минут она зачитывала некий текст. Затем из записи выбрали 46 кадров, представляющих характерные положения ее рта, которые позволили сконструировать модель движений губ. На базе этого программа уже сама может точно воспроизвести манеру речи. Программа даже способна самосовершенствоваться, сравнивая воссозданные образы с эпизодами оригинальной пленки. Затем остается лишь ввести нужный текст в компьютер, и он выдаст соответствующее видео. Правда, чтобы совместить звук и изображение, нужно еще дублировать голос или использовать систему вокального синтеза («Science & Vie», октябрь, 2002).

Цель этих исследований — улучшить понимание некоторых аспектов обучения и техники речи. Подобные программы могут также применяться в кино и видеоиграх. Однако в равной степени их можно использовать и для дезинформации.

О.Рындина

Пишут, что...



...в проекте федерального бюджета на 2003 год запланировано увеличить в России расходы на образование на 21,9%, на фундаментальные исследования — на 32,6% («Известия» — Наука», 20.9.02)...

...за последние десять лет в США уехало не менее 1500 выпускников Физтеха, причем лучших («Науковедение», 2002, № 2, с.111)...

...наиболее употребительным языком в публикациях «Comptes Rendus» — докладах Французской Академии наук стал английский («Nature», 2002, т.417, с.581)...

...в момент дозаправки самолета в воздухе частота сердечных сокращений и дыхания летчиков повышается в два-три раза, а температура тела поднимается на 0,7—1,2°C («Физиология человека», 2002, № 4, с.45)...

...на ускорителе GANIL во Франции получены первые подтверждения существования ядроподобных кластеров, состоящих только из четырех нейтронов («Physical Review», 2002, т.С65, с.044006)...

...в Московской области основные источники возбудителя бешенства — это собаки, лисицы, а также кошки и енотовидные собаки («Ветеринария», 2002, № 6, с.9)...

...по оценкам экспертов, через десять лет 95% американского сельскохозяйственного экспорта будет составлять генно-инженерная продукция («Вестник МГУ, серия Политические науки», 2002, № 3, с.81)...

...в разных странах от употребления мяса крупного рогатого скота, больного губкообразной энцефалопатией, уже умерло около ста человек («Аграрная наука», 2002, № 6, с.9)...

...как показали опросы в США, 31% американцев и 28% американок читают научно-фантастические книги или журналы («Physics World», 2002, № 6, с.15)...



...в ОИЯИ (Дубна) установили, что первая и вторая хромосомы в лимфоцитах человека наиболее подвержены абберациям при действии ионизирующего излучения («Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2002, № 3, с.746)...

...этиловый спирт, полученный не из пищевого сырья (в том числе синтетический), запрещен в производстве алкогольных напитков и внесен в список ядовитых веществ («Журнал аналитической химии», 2002, № 8, с.813)...

...в 50-х годах прошлого века в США появился коктейль «Микки Слим», представляющий собой джин с небольшой добавкой ДДТ («НГ Ex libris», 26.9.02, с.6)...

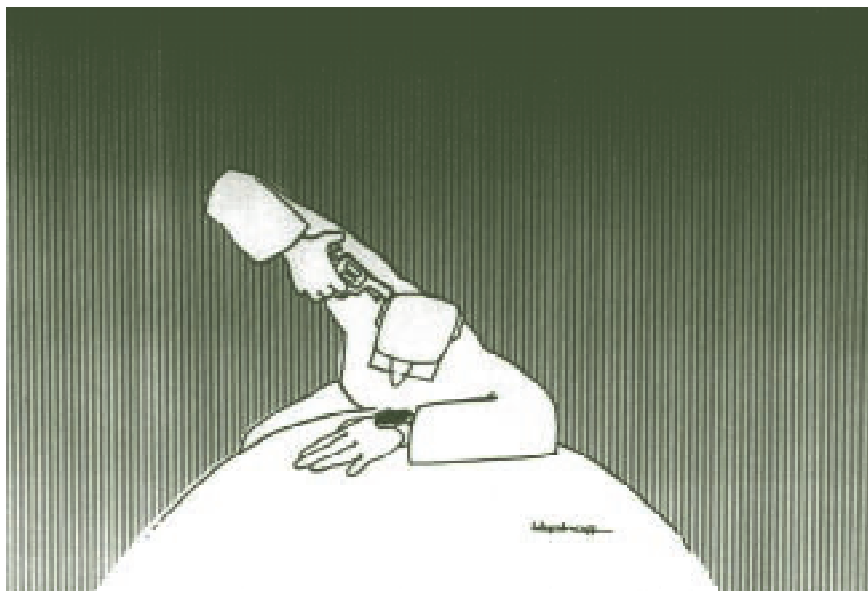
...по данным Минздрава РФ, за период 1991—2001 гг. заболеваемость наркоманией среди подростков увеличилась в семнадцать раз («Социологические исследования», 2002, № 8, с.98)...

...происхождение нефти, как и жизни, остается нерешенной фундаментальной проблемой естествознания («Геология нефти и газа», 2002, № 1, с.2)...

...предложена гипотеза, что в первичной атмосфере Земли синтез органических молекул мог идти в каплях воды грозных облаков при разрядах молний («Доклады Академии наук», 2002, т.385, с.352)...

...повышенное содержание медиатора дофамина в мозгу человека позволяет ему успешнее упорядочивать сенсорную информацию, находить закономерности в множестве фактов («New Scientist», 27.7.02, с.17)...

...современные единые теории поля утверждают, что в ходе эволюции Вселенной значения фундаментальных физических констант изменяются («Письма в астрономический журнал», 2002, № 7, с.483)...



Самый старый метеорит

Американские геологи установили, что метеорит, когда-то уничтоживший динозавров, — не первый «гость», посетивший нашу планету. Примерно 3,47 млрд. лет назад в земную атмосферу ворвался метеорит размером почти в 20 км и расколол ложе древнего океана. Это катастрофическое событие повлекло за собой цунами с волнами километровой высоты. «Метеорит оставил следы в Южной Африке и Австралии. Правда, мы понятия не имеем, где именно это произошло», — признается профессор геологии Дональд Лоуи из Стэнфордского университета. Более 20 лет этот ученый и его коллега Гэри Байерли из Луизианы (США) исследуют камни в Южной Африке (Барбертонский пояс зеленых камней) и Австралии (Пилбарская глыба). В этих, хорошо известных геологам местах разбросаны камни, которым более трех миллиардов лет. Они образовались во времена архейской эры, когда Земле исполнился всего один миллиард лет и ее населяли лишь одноклеточные бактерии.

Камни это необыкновенные. Несмотря на то что Барбертон и Пилбару разделяют тысячи километров, исследователи находят в них сходные следы метеоритных ударов — крошечные отметины — сферулы. Химический анализ камней выявил высокое содержание редких металлов, например иридия, почти не встречающегося в земных структурах.

«Метеорит за секунду пронесся через земную атмосферу, оставляя за собой дыру — вакуум, — поскольку воздух не успевал ее заполнить. Когда же камень ударился о земную поверхность, он мгновенно испарился», — объясняет Лоуи («Science», 23 августа, 2002). Ученые полагают, что вакуумная дыра всосала каменный пар, который сконденсировался в шарики и дождем выпал на поверхность Земли. И если метеорит, положивший конец существованию динозавров, рассыпал двухсантиметровые шарики, то его предшественник бомбардировал нашу планету шарами размером с футбольный мяч.

О. Тельпуховская



А.С.ИЛЬИНУ, Москва: *Оловянный крик — это похрустывание кристаллов, которое можно услышать при сгибании оловянной палочки, ведь олово (в отличие, например, от припоя) имеет ярко выраженную кристаллическую структуру.*

НАТАЛИИ, вопрос из Интернета: *Пламя свечи можно окрасить в красноватый цвет добавлением к парафиновой массе соли стронция, но, возможно, такой огонек будет выглядеть несколько зловеще для Нового года.*

С.В., Керчь: *Дельфиний жир использовали в медицине, так же как и рыбий, в качестве источника витаминов А и D; но в СССР промысел дельфинов запрещен с 1966 года, после распада СССР запрета никто не отменял, и это, по нашему мнению, правильно: потенциального брата по разуму перетапливать на жир — неловко как-то.*

ЛЮБИТЕЛЯМ КУЛЬТУРЫ ВОСТОКА: *Возобновлять уроки восточных языков мы в ближайшее время не планируем, но М.М.Богачихина, преподававшего эти языки на наших страницах, можно найти в Интернете: www.botan.ru.*

Л.К., гор. Жуковский Московской области: *Чтобы вывести с джинсовой ткани пятно от машинного масла, попробуйте раздобыть измельченный силикагель и растворитель CCl_4 (четырёххлористый углерод), сделайте из них кашицу, нанесите на пятно, а когда высохнет, стряхните щеткой; и, пожалуйста, больше не ползайте под поездами: молодые читатели — это наше будущее.*

АВТОРАМ ВЕЛИКИХ ОТКРЫТИЙ: *Повторяем еще раз, что «Химия и жизнь» не принимает к публикации материалы о новых фундаментальных законах природы, открытых «на кончике пера».*

ЧИТАТЕЛЯМ, ОТВЕТИВШИМ НА ВОПРОСЫ АНКЕТЫ: *Огромное спасибо всем, наши поздравления выигравшим подписку — Г.В.Тихонову (Обнинск), М.В.Ефимову (Казань), Д.С.Карпенко (Украина, пос.Мирное Симферопольского района), К.В.Перницкой (Петропавловск-Камчатский), Л.В.Выскубову, В.В.Матвееву, Б.А.Скорнякову (Санкт-Петербург), В.И.Высоцкому (Владивосток), М.Шеланковой (Бийск), Андрею (Владимир), А.А.Оборину (Пермь), В.Г.Меренкову (Смоленск), В.Юрченко (с.Курганка Мурманской обл.), Л.С.Лузан (Солегорск), Е.Л.Смирновой (Дзержинск), Л.В.Чопикашвили (Владикавказ).*



Показательный объект

Человечество знает множество великих ученых и гораздо меньше объектов исследования. Причем наши сведения о большинстве объектов отрывочны и неконкретны: знаем, что ученые крысы режут, а кто именно и зачем — не вспомним. Одно из немногих исключений в этой области — горох, прочно связанный в нашем сознании с работами Менделя. Всем памятна трогательная история об опытах в монастырском садике, которые через восемь лет завершились открытием законов наследственности. Великое открытие состоялось во многом благодаря тому, что Мендель, гениальный ученый, выбрал практически идеальный объект исследования. Биологи всех мастей до сих пор не оставляют горох своим вниманием.

Что же прельщает в нем естествоиспытателей? Прежде всего, хорошо различимые признаки и крупные формы. У гороха все большое: и урожай, и сами семена — горошины, и яркие цветки. Любую часть растения прекрасно видно невооруженным глазом, а уж вооруженным столько всего разглядишь... Поэтому, кстати, горох стал демонстрационным объектом; на его примере студентам показывают запасы питательных веществ в семени или устройство цветка бобового растения.

Справедливости ради надо отметить, что первым обратил внимание на четкие признаки гороха не Мендель, и даже не его ученые предшественники (такие, как английский садовод Томас Найт, который тоже скрещивал горох). Гораздо раньше это сделали вредные насекомые. Долгоносики и листовертки, оказывается, крайне требовательны к сервировке: предпочитают горох с определенной окраской и формой бобов, длинной плодоножки и листьев и чтобы был стебель длинный, много ярко-зеленых листьев, и семян тоже много. (Напоминаем: семена гороха, горошины, находятся внутри пло-



ЖЕРТВА НАУКИ

да, который называется боб, а не стручок! У стручка есть перегородка между створками, а у боба нет.) Селекционеры прекрасно знают о пристрастиях вредителей, и их стараниями горох сейчас выглядит не так, как во времена Менделя. Современные сорта невысоки (60–80 см), такое растение вдобавок и не полегают, и не расходует силы на выращивание большого стебля. Листьев всего 14–16, и они светлые, поскольку хлорофилла в них раза в полтора меньше, чем у обычного гороха. Семян в бобах мало, зато они крупные. Новый облик повышает устойчивость гороха к экстремальным воздействиям окружающей среды и обеспечивает хороший урожай, однако это совершенно не та внешность, которая привлекает насекомых. Селекционеры довольны проделанной работой, но вредители обнаружили, что современные сорта вкуснее, хоть и выглядят неаппетитно, и уже помаленьку приучаются к новым признакам. И это несмотря на то, что листья и бобы современных сортов покрыты плотной оболочкой, которую трудно прокусить.

Защитная оболочка листа (эпидермис) состоит всего из одного слоя клеток, но сами клетки — двух типов: устьичные (зеленые, содержат хлоропласты

и митохондрии) и эпидермальные (бесцветные, содержат только митохондрии). У гороха клетки эпидермиса крупные, удобные для микроскопии, а плотную оболочку легко отделить от мякоти листа пинцетом. В некоторых случаях ученым удобнее и физиологичнее работать с эпидермальными пленками, помещенными в питательную среду, чем с клеточной культурой. К тому же можно одновременно исследовать поведение двух типов клеток, фотосинтезирующих и гетеротрофных, опыт и контроль в одной чашке. Так что листовая оболочка не только защита от долгоносика, но и большое удобство для исследователя.

Цветки гороха тоже подарок ученому. Они яркие, разноцветные (белые, желтоватые, розовые, красноватые или лиловые) и, главное, крупные — 1,5–3,5 см. Их легко кастрировать, опылять и одевать на них изоляторы, то есть ставить скрещивания. А вообще-то горох опыляет сам себя, и без помощи гибридизатора пыльца с другого цветка на пестик не попадает. Поэтому на горохе очень удобно получать чистые линии с заданными свойствами. Линий этих уже довольно много, и на них с удовольствием исследуют генетический контроль различных процессов, могущих быть в жизни растения.

Есть, например, карликовые линии, от горшка два вершка. Их используют для изучения роли фитогормонов, например влияния гибберелловой кислоты на рост — обработанное гиббереллином карликовое растение вытягивается в несколько раз. Именно карликовые сорта чувствительны к обработке гиббереллином, высокорослые формы реагируют слабо или не реагируют совсем. На этих же сортах ученые обнаружили, что карликовость не всегда связана с нарушением синтеза гиббереллина. А у других линий значительная часть листьев превратилась в усики. На них исследуют зависимость между гормональным статусом, ростом и особенностями метаболизма отдельных органов растения. Такой мутант должен как-то компенсировать отсутствие нормальных листьев, и у него разрастаются прилистники, а усы становятся в полтора раза больше, чем у нормальных растений, чтобы обеспечить достаточный уровень фотосинтеза. В прилистниках и усах безлистного гороха количество ауксина (это еще один фитогормон) в 20 раз превышает норму. По-видимому, усы и прилистники обязаны своими размерами именно ему.

Гороховые усики привлекают физиологов растений и по другой причине. Усик реагирует на раздражение — если погладить его нижнюю сторону стек-

лянной палочкой, он уже через две минуты начинает закручиваться, и «завода» хватает на двое суток. Горох — излюбленный объект для изучения закручивания усиков.

Не менее интересна и подземная часть гороха. Во-первых, у него крупный неветвящийся корень, на котором удобно исследовать особенности роста и дифференцировки: например, что будет, если отрезать кончик корня, а потом повернуть его на какой-то угол и приставить назад? На горохе же изучали влияние гормонов на развитие изолированных корней (по мере того как ауксин продвигается по корню, корень утолщается). А во-вторых, это растение живет в симбиозе с азотфиксирующими бактериями, образующими клубеньки в корнях. Тут найдется дело и генетикам, и физиологам растений, и микробиологам, и даже почвоведом с агрономами. Все исследуют взаимодействие азотфиксирующих бактерий с растением, друг с другом (недавно выяснили, что некоторые штаммы бактерий в почве обмениваются генами), и зависимость азотфиксации от условий роста.

Конечно, в симбиозе с азотфиксаторами живет не только горох, и у многих растений есть усики и очень крупные цветки. Но у гороха, помимо этих ценных качеств, есть еще два преимущества: скороспелость и неприхотливость. Это трава, что повсюду растет. Все, что ему нужно, — свет и много воды. Он прекрасно себя чувствует даже на бедных почвах, хорошо переносит заморозки до -4°C , а семена начинают прорастать уже при $1-2^{\circ}\text{C}$ и созревают быстро: от посева до сбора урожая проходит от 65 до 140 суток, в зависимости от сорта; и урожай большой, что важно для статистики.

Горох вырастет не только на монастырской грядке, но и у вас на балконе. И если не собрать вовремя урожай, стенки бобов с треском лопнут и горошины разлетятся во все стороны. Растения, которые рассеивают свои семена подобным образом, называются баллистами. Горох — образцово-показательная баллиста. Он вообще во многих отношениях показательный объект.

Кандидат биологических наук
Н.Резник

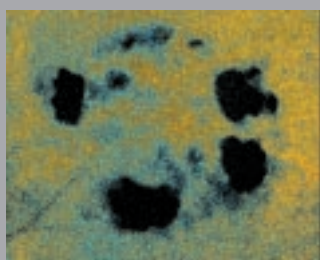
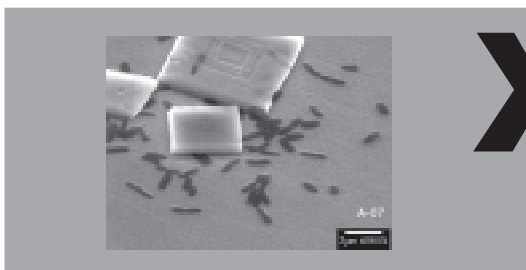




ИнформНаука

Агентство научных новостей

Вниманию руководителей университетов, вузов, научных организаций и лабораторий!



Хотите знать, что сейчас происходит в российских и зарубежных научных лабораториях? Хотите, чтобы ваши студенты и преподаватели были в курсе последних научных новостей? Агентство «ИнформНаука» готово обслуживать библиотеки университетов, вузов и научных организаций. Каждую неделю вы будете получать по электронной почте 16 адаптированных сообщений об исследованиях российских и зарубежных ученых по всему спектру наук, если подпишетесь на наши услуги.

Звоните (095)267-54-18
Пишите textmaster@informnauka.ru

