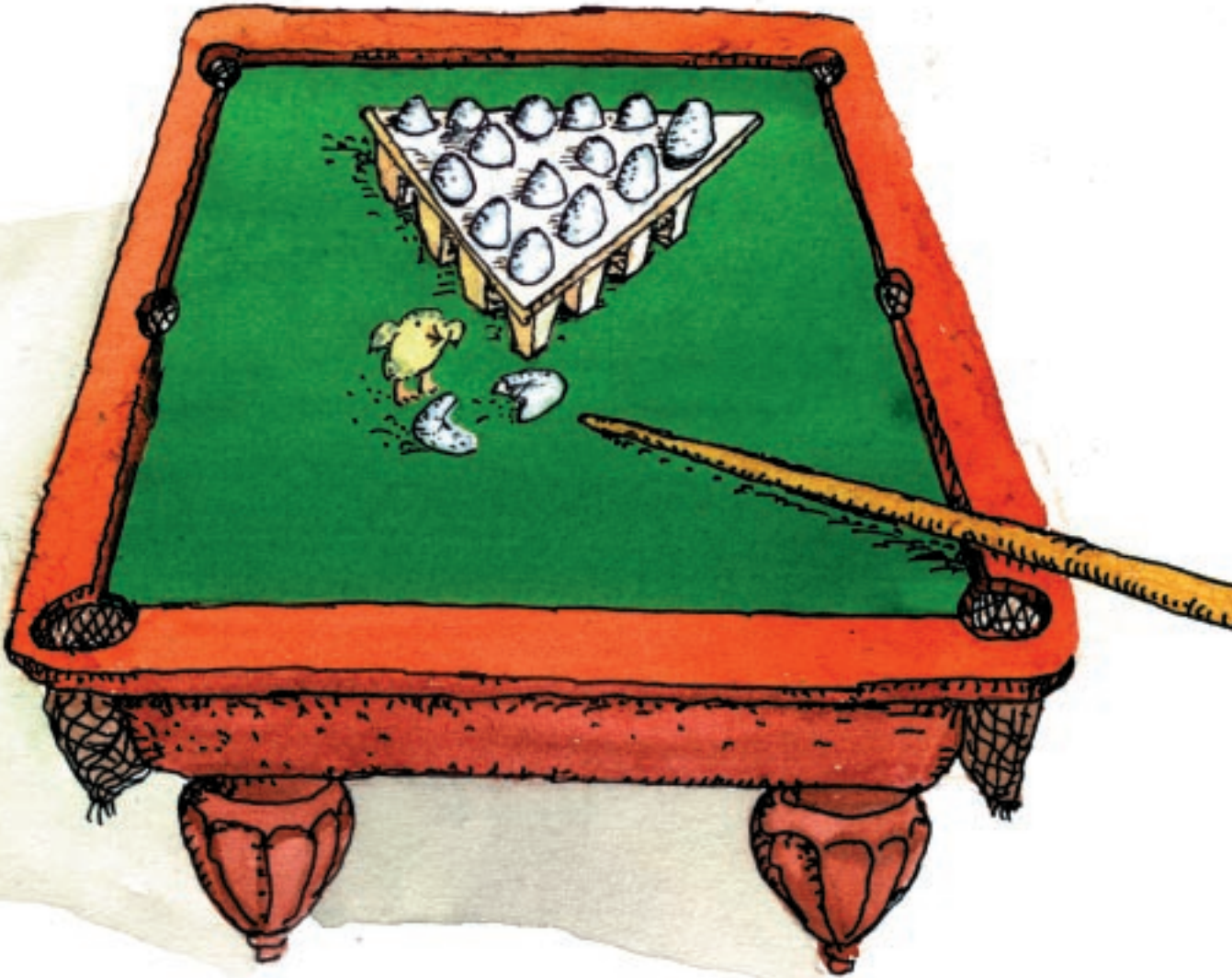




XXI

2003
СНЗМЖ ИРЛИМЖ







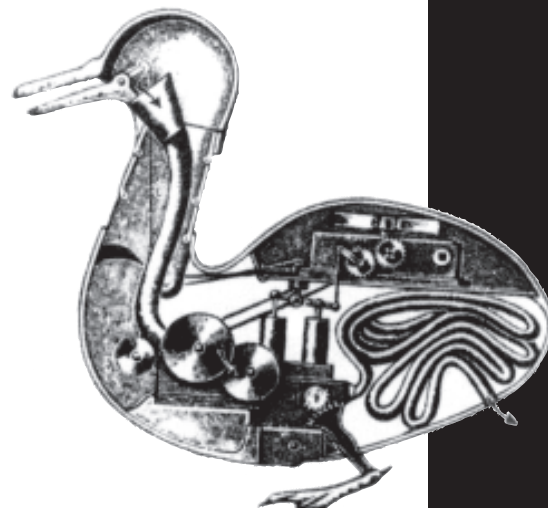
*Истина — дочь времени,
а не авторитета.*

Ф. Бэкон



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н. Крацина
к статье С. Комарова «Удар светом»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Поля Гогена «Борьба Иакова с ангелом». Какие
духовные и физические качества нужны для борьбы
с ангелами, неизвестно, но вот какие мышцы
нужны спортсменам, рассказано в статье
«О мышцах толстых и тонких»*





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин
Институт новых технологий образования
 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

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 04.02.2003
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться
 в агентствах:

«Роспечать» — каталог «Роспечать»,
 индексы 72231 и 72232

(рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)

«АРЗИ» — Объединенный каталог

«Буква-Премьер» — 261-82-04

«Вся пресса», индексы — 88763 и 88764

(рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

«Вся пресса» — 787-34-48

«Информсистема» — 124-99-38, 127-91-47

«Интерпочта» — 925-07-94, 921-29-88

ООО «Урал-Пресс» — 214-53-96

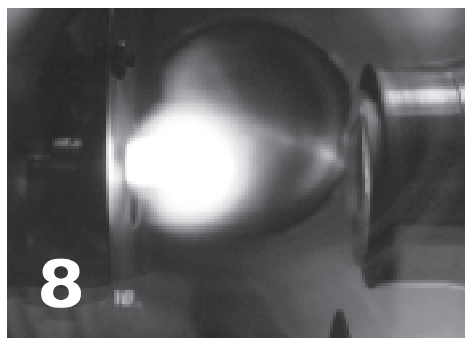
ЗАО «АиФ-Эскорт» — 319-82-16

В Санкт-Петербурге

«ПитерЭкспресс» — (812)325-09-25

На Украине «KSS» — (044) 464-02-20

© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»



Импульсный лазер,
 наносекундный
 и фемтосекундный лазер...
 Наконец-то мы превзошли
 инженера Гарина.

Химия и жизнь — XXI век



О современных препаратах против гололеда —
 ацетатах калия, кальция и магния,
 хлоридах кальция, магния, натрия и калия.
 Какой из них эффективный и безопасный?

ИНФОРМАУКА

КОСМОС-ЧИСТЮЛЯ	4
ФУЛЛЕРЕНЫ ВОССТАНАВЛИВАЮТ ПАМЯТЬ	4
ПОРТРЕТ ЖИДКОСТИ	5
ПОРА ГОТОВИТЬСЯ К ВСТРЕЧЕ С БЕЛЫМИ МЕДВЕДЯМИ	5
ЧАЙНЫЙ ГРИБ ЧАЮ НЕ ПЬЕТ	6
ЧЕМ ПОЛЕЗЕН КРЕПКИЙ БУЛЬОН?	6
В ЧЕМ СМЫСЛ ЖИЗНИ?	7

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

В.З.Мордкович УДАР СВЕТОМ, ИЛИ О НЕКОТОРЫХ НЕОБЫЧНЫХ СПОСОБНОСТЯХ СТУХА ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА	8
---	---

РАЗМЫШЛЕНИЯ

В.Е.Финкельштейн ЧТО МЫ ИЗМЕРЯЕМ, КОГДА МЫ ИЗМЕРЯЕМ?	16
В.П.Попов, И.В.Крайнюченко ФЕНОМЕН ИНФОРМАЦИИ	18

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

А.Тартаковский «МАРКОНИ»: КАК РАБОТАЮТ ЛИДЕРЫ «ХАЙ-ТЁКА»	19
--	----

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

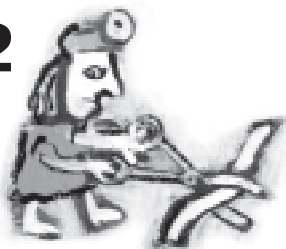
В.Благутина БОРЬБА С ГОЛОЛЕДОМ	21
ВЫЛЕТ ЗАДЕРЖИВАЕТСЯ	22

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

В.Благутина СУДЬБА ОДНОГО ЛЕКАРСТВА	24
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Д.Тиффри СОРОК ЛЕТ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ДОГМЫ	26
Л.Верховский ПЬЕСА ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПИАНИНО	28
В.В.Вельков НЕ НАДО ЛОМАТЬ ДЕРЕВЯННЫЕ КОПЬЯ ОБ АЛМАЗНУЮ ТВЕРДЬ ОБ АЛМАЗНУЮ ТВЕРДЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ДОГМЫ!	29

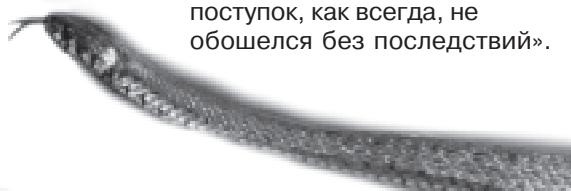


Многие историки науки ведут отсчет нанотехнологической эпохи от лекции великого физика

Р.Фейнмана (см. № 12, 2002). Однако

Р.Фейнман не был одинок в своих фантазиях и прогнозах. Знаменитый химик Арчер Мартин, лауреат Нобелевской премии по химии, в 1962 году выступил с идеями, которые сам назвал «дикими». Будущей науке о микромире А.Мартин дал имя «пикохимия».

50



«Три водяных ужа достались мне как подарок — младшая сестра уговорила неудачливого продавца отдать их ей, а не выбрасывать на ближайший газон. Добрый поступок, как всегда, не обошелся без последствий».

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

А. Мартин

ПЕРСПЕКТИВЫ МИКРОАНАЛИЗА 32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.А. Булахтина

НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИЯ: КАК ЭТО ДЕЛАЕТСЯ 38

Б.С. Шенкман

О ТОЛСТЫХ И ТОНКИХ МЫШЦАХ 41

КНИГИ

Л. Каховский

ВОССТАНОВЛЕННОЕ ОЧАРОВАНИЕ МИРА 48

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Е. Толченова

ОБЕД — ЛЯГУШКА, ФАРШИРОВАННАЯ ВИТАМИНАМИ 50

ИНФОРМНАУКА

МАМОНТ СКОРЕЕ ЖИВ, ЧЕМ МЕРТВ? 52

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Л.А. Ашкинази

ТРИ ВЗГЛЯДА НА ЧАСЫ 54

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

М.В. Кожевников

КАРТИНКИ ИЗ ПРОШЛОГО 58

ФАНТАСТИКА

О. Овчинников

СЛЕПОЙ БОГ С ДЕСЯТЬЮ ПАЛЬЦАМИ 61

ЖЕРТВА НАУКИ

Н. Резник

БЕЛАЯ И ПУШИСТАЯ 68

НОВОСТИ НАУКИ	14	ИНФОРМАЦИЯ	12, 13, 66, 67
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	30	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	44	ПИШУТ, ЧТО...	70
		ПЕРЕПИСКА	72

В номере

4

ИНФОРМНАУКА

Что произойдет, если на высоте 950 км столкнут две летящие навстречу друг другу частицы: двухграммовый кусочек стали и двадцатиграммовый — алюминия? О чем может рассказать высохшая капля и в чем смысл жизни?

24

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Рассказ об истории одного лекарства — цигерола. Это не реклама: лекарство купить невозможно, поскольку его больше не производят, а ученых, его сделавших, уже нет в живых.

26

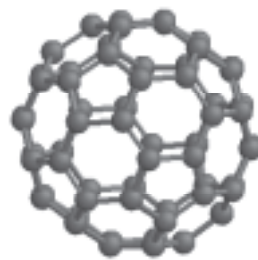
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Согласно Ф.Крику, информация однонаправленно движется от ДНК к белку. Этой, так называемой центральной догме — 40 лет. Что изменилось за эти годы и не пришла ли пора пересмотреть этот постулат?

44

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Реакцию алюминия с водой можно осуществлять, например, в двигателях ракеты первой ступени.



КОСМОС

КОСМОС-ЧИСТЮЛЯ

Уж так устроен человек: где ни пройдет, там и намусорит. Вот и до космоса добрался. И тоже намусорил. Обломки техники, топливные баки, потерянная космонавтами отвертка — теперь космические тела. Но природа не ждет милостей от человека. По расчетам российских ученых из Центра космических наблюдений Росавиакосмоса, на околоземных орбитах происходит самоочищение космического пространства от творений рук человеческих. Работа выполнена при поддержке РФФИ и программы «Университеты России».



Ученые Центра космических наблюдений Росавиакосмоса предложили математическую модель образования и развития техногенного космического мусора. В результате моделирования мусорной эволюции в течение сорока лет, с 1960-го по 2000 год, ученые пришли к выводу, что при столкновениях космических техногенных объектов образуется много мелких частиц, которые быстро теряют высоту и сгорают в верхних слоях атмосферы. До сих пор говорили о каскадном эффекте — значительном увеличении замусоривания из-за последовательных столкновений. На самом деле околоземное пространство постепенно избавляется от мусора

Ученых интересовали частицы, находящиеся в пределах 2000 км от поверхности Земли. Именно здесь курсирует большая часть космического хлама. В основном это мелкие частицы, размером не больше 10 сантиметров, — винтики, пружинки и просто обломки космической техники. Такие предметы в космосе за одну секунду пролетают около 10 километров и способны не только повредить, но и уничтожить дорогостоящую космическую технику. По оценкам ученых, небольшие частицы попадают в столкновения чаще других. Маленькие, а задиристые: каждый второй бой проходит с участием частиц диаметром от 1 до 5 миллиметров. А больше всего встреч происходит между мелкими частицами с размерами от 1 до 3 миллиметров и крупными — более 20 сантиметров в диаметре. Это те же обломки и даже целые спутники, устаревшие, но оставшиеся на орбите. Они не так опасны, как мелочь. За ними наблюдают с Земли и заносят в

каталог, с тем чтобы при запуске нового летательного аппарата рассчитать безопасный курс.

В результате столкновений появляется много новых космических объектов. Приблизительно треть новых частиц на высоте 800–1000 километров именно так и рождается. Но появившиеся частицы малы, они быстро теряют высоту и сгорают в

верхних слоях атмосферы. Ученые подсчитали, что общая масса осколков диаметром от 1 мм до нескольких сантиметров, появившихся в результате всех возможных столкновений, равна 432 килограммам. Из них почти 200 килограммов покидают орбиту. А подавляющее большинство остальных — меньше миллиметра.

Ученые столкнули две частицы, летающие на высоте 950 километров: двухграммовый кусочек стали и двадцатиграммовый — алюминия. Они раскололись на 1 797 954 кусочка. Учитывая, что размеры частиц были 8 мм и 2,4 см, можно сказать, что они превратились в пыль — в осколки менее полумиллиметра. На орбите осталось чуть больше половины новых соринков, остальные же сошли с нее.

МЕДИЦИНА

Фуллерены восстанавливают память

Идеи о защите здоровья людей с помощью углеродных нанотрубок и фуллеренов возникли практически с момента их открытия. Новые возможности фуллеренов как средства для предупреждения нарушений долговременной памяти обнаружила группа российских ученых из Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино).

Как только химики открыли фуллерены — особые сферические конструкции, состоящие из шестидесяти атомов углерода, на них обратили внимание многие научные дисциплины. Благодаря их особой форме, похожей на мячик, в них можно вкладывать другие молекулы. Подобные упаковки находят применение в самых разных областях человеческой деятельности. Попробуйте использовать их в медицине, для чего в полость фуллерена вводят биологически активные функциональные группы. Ученые из Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН в Пушкине планируют таким способом восстанавливать нарушения памяти. Для этого они соединяли молекулу фуллерена с поливинилпирролидоном.

Исследователи работали с лабораторными крысами, у которых специально нарушали память, вводя в мозг высокие дозы циклогексимида — он останавливал синтез белка. Известно, что синтез белка в мозгу блокируется при болезни Альцгеймера, атеросклерозе сосудов мозга, черепно-мозговой травме, в результате чего страдает долговременная память, а затем начинается гибель нервных клеток. Так что, отравляя несчастных крыс, ученые моделировали именно эти заболевания. Память крыс проверяли в бассейне с непрозрачной водой, в которой им нужно было найти невидимую спасительную платформу и запомнить ее местонахождение. Через сутки после обучения память сохранялась — крысы находили платформу в два-три раза быстрее, чем в первый раз. Но те животные, в мозгу которых экспериментаторы заблокировали синтез белка, теряли приобретенный навык. Однако память сохранялась у тех крыс, которым за час до инъекции циклогексимида вводили препарат фуллерена: они находили платформу так же быстро, как и контрольные животные.

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что с помощью микроинъекции препарата на основе фуллерена можно будет предупреждать нарушения долговременной памяти, вызванные блокированием синтеза белка. Сделан еще один шаг к победе над страшными болезнями.



ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

Портрет жидкости

Российские ученые из Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород) разработали метод, позволяющий быстро и точно определять изменения в составе биологических жидкостей. Новая технология может быть полезна для создания диагностических и исследовательских приборов нового поколения. Работу поддержали РФФИ, Американский фонд гражданских исследований и развития для независимых государств бывшего Советского Союза (АФГИР) и грант NWO-RFBR.

В последние годы активно развивается перспективное направление медицинской диагностики — медицинская кристаллография. Когда капля жидкости сложного состава высыхает, то остается ее след в виде концентрических зон: крупномолекулярные и малорастворимые составляющие располагаются на периферии засохшей капли, а хорошо растворимые занимают центральную часть. При заболеваниях состав жидкостей (крови, слюны, мочи) меняется, отчего высохшая капля выглядит не так, как у здорового человека. Разглядывая след высохшей капли под микроскопом, можно ставить диагноз. Но дело это занимает очень много времени, требует специальной квалификации и к тому же не лишено субъективизма: один увидел одно, другой — другое.

Сотрудники Института прикладной физики РАН разработали способ, позволяющий автоматически регистрировать изменения механических свойств высыхающей жидкости. Ученые протестировали пищевые, биологические, лекарственные препараты, различные технические жидкости и убедились, что в каждом случае получается неповторимый портрет капли.

Чтобы получить такой портрет, крошечную капельку жидкости наносят на горизонтальную плоскую поверхность электроакустического кварцевого резонатора, подключенного к измерительной схеме и совершающего колебания с частотой 60 кГц. Естественно, резонатор, на который капнули, вибрирует не так, как чистый и сухой. Измерительная схема каждые 6 секунд регистрирует реакцию резонатора на акустическую помеху (каплю) и изображает ее в виде кривой (зависимость величины реакции, выраженной в условных единицах, от времени). По мере высыхания изменяются механические характеристики капли (вязкость, структура, поверхностное натяжение, смачи-



вание), что, в свою очередь, влияет на вид кривой. Полное испарение капли в таких условиях занимает 20–30 минут, а полученная кривая высыхания (так называемый «фазовый портрет» жидкости) содержит информацию о ее составе и структуре.

Кривая высыхания позволяет различить испарение дистиллированной и водопроводной воды, отражает особенности высыхания физиологического раствора. По-разному испаряются капли крови здорового человека и больного. Диаграммы высыхания мочи различаются в зависимости от содержания в ней белка. Можно отличить слюну разных людей — разное соотношение и качество заключенных в ней белков и солей сказываются на характере кривых. Исследователи знают, как выглядят на кривой выпадение соляных кристаллов, ретроактивное высыхающей кровяной пленки, образование белкового ободка по краям капли.

По словам нижегородских биофизиков, они предложили интегральный подход к оценке качества многокомпонентных жидкостей. Диаграмма высыхания содержит в себе информацию о составе и структуре жидкости. Ученые надеются, что метод будет полезен, в частности, медикам, если использовать его для разработки диагностических и исследовательских приборов нового поколения.

ЭКОЛОГИЯ

Пора готовиться к встрече с белыми медведями



Лет через 40–50 льды Арктики могут растаять, и что тогда делать белым медведям? А главное, чего ожидать от них людям? Чтобы найти ответы на эти и другие вопросы, российские ученые из Института проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН наблюдают за медведями с помощью спутниковых систем слежения.

По ледяным просторам Арктики бродят белые медведи — самые крупные северные хищники. Чтобы сосуществовать с

этим животными мирно, за ними необходимо наблюдать. Экологию и нравы белых медведей исследуют с середины 60-х годов XX века, но эффективнее всего делать это современными методами, с помощью спутниковых систем слежения. В Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН для изучения биологии медведей используют результаты спутниковой биотелеметрии, собранные в рамках совместной французско-американской системы «Аргос», и данные о состоянии льда, полученные со спутниковых систем ОКЕВН-01, SSM/I, RADARSAT и ERS. По мнению исследователей, людям пора готовиться к встрече с белыми медведями.

Спутниковые системы слежения — единственная возможность собрать достоверную информацию о жизни белых медведей. Эти животные населяют громадную труднодоступную территорию. Обойти ее немислимо, а облететь на самолете — очень дорого, поскольку летать придется часто и подолгу. Спутники же позволяют регистрировать местонахождение белых медведей, следить за передвижениями, поведением и физиологическими параметрами животных, находящихся очень далеко от исследователя. Правда, прежде чем шпионить за зверем из космоса, его все-таки надо встретить и оснастить ошейником со специальными датчиками. Сейчас в ошейниках ходят самки, а методы мечения взрослых самцов и подрастающего поколения медведей ученые только разрабатывают. Но некоторое представление о состоянии медвежьей популяции можно составить и сейчас.

Белые медведи не признают границ и живут единой популяцией. С юга их ареал ограничен побережьем, а с севера, как пишут исследователи, — ничем. По этим необъятным просторам бродит примерно 21 000–28 000 белых мишек, плотность их населения составляет 1 особь на 141–269 кв. км. В среднем медведи проходят по льду 10,7 км в день, независимо от пола и возраста, но, если надо, преодолеют такое же расстояние и за час. Однажды российские ученые зафиксировали своеобразный рекорд — 607,7 км за 6 дней. Впрочем, темпы перемещения животного зависят от того, в каком направлении движется лед. Так, в море Бофорта белые медведи, направляясь на восток, должны идти со средней скоростью 0,15 км/ч, чтобы просто остаться на месте. А ходят медведи в основном за едой — кольчатой нерпой, реже за морским зайцем. В начале зимы, когда все тюлени держатся у полыней и разводий,

медведям приходится либо залезать в берлоги, либо проходить сотни километров в поисках пищи. Во второй половине зимы нерпы чаще вылезают на лед отдохнуть, и медведям становится полегче. И совсем хорошо белым медведям в марте–апреле, когда нерпы размножаются и можно охотиться на их беспомощных детенышей, не мотаясь по всей Арктике.

Медведь находит свою добычу на льду, подо льдом и в полыньях. Но, судя по данным, полученным со спутников, протяженность ледового покрова уменьшается в том же темпе, то лет через 40–50 льда останется очень мало и места обитания многих животных просто исчезнут. Куда же тогда деваться белым медведям? Они могут переселиться на острова Северного Ледовитого океана и на прибрежную часть материков, но там гораздо меньше места, чем на арктических льдах, к тому же берег уже населен людьми. Так что населению Севера следует готовиться к тому, что на берег толпами повалят голодные белые медведи. Интересно, что они будут кушать? Сейчас-то медведи питаются почти исключительно тюленьим жиром и только с большой голдухи съедают свою жертву целиком. Падаль, а тем более растения они практически не едят. Но таяние льдов, конечно, нарушит пищевые связи в арктической экосистеме и вынудит белых медведей сменить рацион. Возможно, грозный северный хищник будет атаковать помойки, а может быть, станет собираться огромными группами в тех местах, где можно охотиться. В общем, далекий и не очень хорошо изученный белый медведь с каждым годом становится к нам все ближе. И людям, по мнению исследователей, надо начинать готовиться к встрече, выработать стратегию общения с этим животным и сейчас, и в недалеком будущем.

ДИЕТОЛОГИЯ

Чайный гриб чаю не пьет

Российских ученых из Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пуцзино, интересуют свойства чайного гриба — широко распространенного организма, который давно используют домохозяйки для получения освежающего напитка.

Чайный гриб — один из древнейших организмов, используемых человеком. Возможно, его выращивали еще в Древней Греции, первое документальное упоминание о нем относится к 220 году до нашей эры (Маньчжурия), но научная исто-

рия чайного гриба гораздо короче. Первое научное описание составил в 1913 году германский миколог Линдау. За свое сходство с медузой организм, плавающий на поверхности жидкости, назвали медузомицетом. Ничего общего с медузой он, конечно, не имеет. Более того, это даже и не гриб вообще, а симбиоз уксуснокислых бактерий и нескольких видов дрожжей. В России медузомицет изучали с конца XIX века, причем исследовали как состав гриба, так и целебные свойства его настоя, но в последние полвека интерес к этому предмету заметно упал. Сейчас чайный гриб переживает очередной период пристального внимания исследователей во всем мире. Сотрудники Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН обобщили данные, накопленные мировой наукой, и наметили области изучения медузомицета, наиболее перспективные с практической и научной точки зрения.

Медузомицет выглядит как толстая слоистая пленка желтовато-коричневого цвета, плавающая на поверхности питательной жидкости — настоя сладкого черного чая. Сахара в жидкости могут быть разные (глюкоза, сахароза, фруктоза), сорт чая тоже не имеет значения, а крепость важна. Обычная концентрация чая составляет от 0,5 до 1,5%, а избыток его угнетает рост чайного гриба. Исследователи заметили, что медузомицет практически не потребляет компоненты чайного настоя (ароматические, дубильные и другие вещества), однако крайне чувствителен к его отсутствию. Например, без чая он не синтезирует аскорбиновую кислоту, необходимую ему для жизнедеятельности. Если медузомицет всем доволен, то на седьмой–десятый день роста он начинает производить приятный на вкус кислотный газированный напиток (чайный квас) — пузырьки газа и уксусную кислоту обеспечивают общими усилиями дрожжи и уксуснокислые бактерии. Специфический аромат напитку придают чай и некоторые виды дрожжей.

Бытовой опыт культивирования медузомицета показывает, что этот организм легко приспосабливается к изменению внешних условий. Он неприхотлив, выдерживает довольно широкий диапазон температур, усваивает самые разные сахара. Разные члены симбиотической ассоциации имеют разные способности и потребности, что позволяет перестраивать метаболизм в зависимости от изменения внешних условий и переживать тяжелые времена за счет внутренних запасов. Именно эти свойства позволили чайному грибу так широко распространиться, именно они и привлекают сейчас ученых.

Настой чайного гриба улучшает пищеварение, может снижать кровяное давление, излечивать артриты, стимулирует иммунную систему, подавляет рост па-

тогенных микроорганизмов. Некоторые авторы приписывают антимикробную активность уксусной и глюконовой кислотам и этанолу, другие же связывают лечебные свойства настоя с высоким содержанием глюкуроновой кислоты, витаминов группы В. Однако общий целебный эффект чайного гриба, вероятнее всего, формируется в результате комплексного воздействия на организм многих веществ, в том числе органических кислот, ферментов, содержащихся в чае кофеина и танинов, витаминов В, С и Р, иммуностимуляторов.

Несмотря на все положительные качества и широкое применение в быту, в медицине и биотехнологии чайный гриб используют довольно слабо. Правда, в 1957 году сотрудники Ереванского зооветеринарного института выделили из настоя антибиотики широкого спектра действия. Но содержание лечебных веществ в чайном квасе очень невелико, потому медузомицет в его нынешнем виде — не очень эффективное средство. Сейчас исследователи думают над тем, как усовершенствовать чайный гриб. Для этого надо научиться управлять его обменом веществ, чтобы он усиленно синтезировал антибиотики и другие полезные для человека соединения. Тут биотехнологи и вспомнили о поразительных адаптационных возможностях чайного гриба — его обмен веществ зависит от внешних условий, а их можно менять в широких пределах без ущерба для медузомицета. Кроме того, можно экспериментировать с видовым составом членов ассоциации: чайные грибы из разных мест сильно различаются по составу дрожжей и бактерий. Если исследователи постигнут все тайны гриба и научатся получать требуемые вещества в достаточном количестве, этот организм станет не только другом домохозяйки, но и объектом биотехнологии.

БИОХИМИЯ

Чем полезен крепкий бульон?

Если судить о старинной медицине по романам, создается впечатление, что больных лечили в основном двумя способами: попеременно то кровь отворяли, то поили крепким бульоном. Современные методы исследования подтверждают эффективность традиционных рецептов: оказывается, компоненты бульона предотвращают образование тромбов и развитие диабета. Исследование ученых кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова поддержал РФФИ.



Самый распространенный белок позвоночных — коллаген; коллагеновые волокна находятся в коже, сухожилиях, хрящах и костях, скрепляя все тело животного. При кипячении в воде волокнистый, нерастворимый и неперевариваемый коллаген превращается в желатин — растворенную смесь коротеньких белков (пептидов). Так что бульон — это раствор желатина, и чем он крепче, тем желатина больше. В состав коллагена, а следовательно, и желатина, входят в основном четыре аминокислоты: глицин, аланин, пролин и 4-гидроксипролин. В других белках эти аминокислоты почти не встречаются, поэтому питательная ценность коллагена очень низкая. Но в бульоне, помимо хрящей и сухожилий, еще и мясо варят, так что не одни коллагеновые пептиды в нем растворены, а кроме того, бульон ценен не только питательностью. По данным сотрудников кафедры физиологии человека и животных МГУ им. М.В. Ломоносова, богатые пролином продукты расщепления коллагена обеспечивают многие жизненно важные функции организма.

Московские физиологи под руководством академика И.П. Ашмарина уже несколько лет исследуют свойства пептидов, содержащих пролин. Эти пептиды, как оказалось, поддерживают слизистую оболочку желудка, участвуют в работе памяти, препятствуют свертыванию крови и способствуют рассасыванию тромбов. Природные соединения с такими ценными качествами всегда представляют интерес как возможные лекарства, и ученые начали испытывать их фармацевтические свойства. Исследования начались со способности пептидов регулировать свертываемость крови. Опыты ставили на крысах, у которых с возрастом кровь густеет: тромбы образуются легче, а рассасываются хуже. Крысам 9–11 месяцев в течение нескольких дней сплавляли растворенный желатин или раствор одного из пептидов — продуктов расщепления коллагена. Этот пептид, состоящий всего из трех аминокислот (пролин-глицин-пролин), синтезировали в Институте молекулярной генетики РАН. Спустя 7–10 дней после регулярного питья растворов кровь у пожилых животных стала как у трехмесячных крысят — текучая и безо всякого риска образования тромбов. Значит, препараты компенсируют возрастные изменения противосвертывающей системы, но смогут ли они справиться с болезнью, которая их вызвала? (Противосвертывающая система отказывает, например, при инсулинзависимом сахарном диабете.)

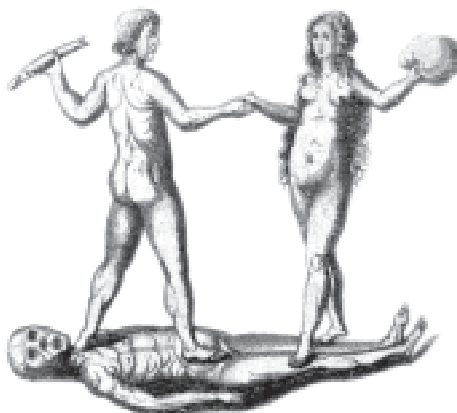
Белым крысам немедленно организовали экспериментальный диабет, вводя в вену препарат аллоксан. Диабет возник у всех крыс: и у представителей контрольной группы, и у тех, которые до и после инъекции аллоксана получали желатин или пептид. Однако на седьмой

день болезни больше половины контрольных крыс уже погибли, в то время как защитные препараты сохранили жизнь 70% животным.

Итак, регулярное потребление коллагена, выпиваемого в виде раствора желатина или одного из его фрагментов, пептида пролин-глицин-пролин, восстанавливает противосвертывающую систему крови и защищает организм от развития сахарного диабета. Поэтому и желатин, и пептид представляют интерес как перспективные противотромботические и гипогликемические средства. Крысы получали по 10 мг желатина, или по 0,1 мг пептида на 100 г массы тела. К сожалению, работа московских физиологов носит предварительный характер, и они не дают рекомендаций о необходимой человеку ежедневной дозе бульона и крепости его.

СОЦИОЛОГИЯ

В чем смысл жизни?



Ответ на этот вечный вопрос, кажется, начинает проясняться. Во всяком случае, кандидат психологических наук А. Тащева из Ростовского государственного университета (Ростов-на-Дону) с коллегами попыталась решить его с помощью специального исследования. Его результаты опубликованы в одном из последних выпусков журнала «Психология зрелости и старения». Ученые выяснили, что ответ на этот вопрос меняется с возрастом. Если же обобщить результаты, то можно сказать так: смысл жизни — это то, что мы проживаем в каждое мгновение.

В качестве объектов исследования выступили 270 респондентов, представлявших три возрастные группы: юношеский возраст — от 15 до 21 года, средний возраст — от 22 до 59 лет, пожилой возраст — от 60 до 75 лет. Это были жители Ростова-на-Дону и Азова, Туапсе и

Майкопа, мужчин и женщин — поровну.

Вообще, сформулировать, в чем смысл жизни, оказалось не так уж и просто. Легче всего с задачей справлялась молодежь. В целом представление о собственном смысле жизни обнаружилось лишь у 42,8% опрошенных, чуть больше половины признали, что жизнь определенно имеет смысл, но затруднились его сформулировать, а 4,4% признались, что ощущают отсутствие осмысленности жизни.

Когда приходит осознание этого смысла и почему? Треть всех респондентов считают, что в молодости, от 17 до 20 лет, когда приходится выбирать профессию, начинать самостоятельную жизнь, вступать в брак и служить в армии. Впрочем, каждый пятый пришел к пониманию своего смысла после 30 лет, после брака или развода, смерти родителей или супруга, тяжелой болезни, участия в военных действиях, суда, тюремного заключения, потери имущества и т.п. Иными словами, после того, как пришлось пережить какое-либо потрясение.

Впрочем, когда бы человек ни начал задумываться над смыслом жизни, интересно узнать, в чем же он. Большинство респондентов (63,3%) считают, что у всех людей он одинаков или схож с их собственным, каждый пятый полагает, что схожесть только внешняя, и лишь 16,7% настаивают на его индивидуальности. Однако эти смыслы, схожи они или не схожи, заметно меняются с возрастом.

Молодежь конкретна и незамысловата: поступить в институт, похудеть, получить должность менеджера, помириться с мамой и отдохнуть этим летом на море. В целом же каждый шестой относит смысл жизни к сфере семейной жизни, каждый десятый связывает его с самосовершенствованием, самореализацией и профессиональной сферой, 5,8% — с признанием и уважением окружающих и 4,7% — со сферой общения.

В зрелом возрасте все больший смысл и ценность приобретает семейная жизнь (41,3%), общественное признание и уважение окружающих волнует 12,9%. Каждый двенадцатый связывает смысл жизни с успехами в профессии и духовным удовлетворением.

Пожилые люди в своем большинстве (43,8%) также относят жизненные смыслы к различным сторонам семейной жизни. Треть ставит во главу угла поддержание своего здоровья, четверть — передачу жизненного опыта, пятая часть — общение с близкими и друзьями. Каждый шестой опрошенный считает своим жизненным смыслом труд, каждый десятый — общественную деятельность.

Ну что ж, картина, в общем, ясна. Смысл жизни каждого из нас в том, к чему стремится наша душа в ту или иную минуту. И замечательно, что стремления эти, как показало исследование, в целом со знаком плюс.

Удар светом,

или

О некоторых необычных способностях лазерного импульса

И листы и бруски во многих местах были просверлены, иные разрезаны пополам, места разрезов и отверстий казались обожженными и оплавленными.

А.Н.Толстой. Гиперболоид инженера Гарина

Лазерный луч — это тоже свет

— Ну почему такой избитый эпитаф, сколько можно сравнивать толстовский гиперболоид с лазером, — возмутится, вероятно, читатель, — ведь это совершенно разные вещи!

— А насколько разные, позвольте спросить? — осведомится автор лукаво.

— Ну как же, ведь лазер дает монохроматический и когерентный нерасходящийся пучок света, а лучевой шнур инженера Гарина — это просто сфокусированное «белое» излучение от пламени свечи, — так мне ответит начитанный оппонент.

— Совершенно справедливо, а как эта разница сказывается в действии, к примеру, лазерного резака?

— Э-э-э...

Вот именно, никак. Сегодня материалы разрушают и режут лазерами тем самым способом, который столь красочно описал Алексей Николаевич еще в 1927 году, когда не только лазера не было, но и сама квантовая механика пребывала в пеленках. Выглядит это так. Сначала луч достаточной плотности (измеряется обычно в Вт/см²) доставляет к поверхности энергию. Материал ее поглощает и, соответственно, сначала нагревается, а потом и разрушается путем плавления или испарения. И здесь не имеет значения, какой источник был у излучения: лазер, мощная галогенная лампа или по-

Доктор химических наук

В.З.Мордкович

Международный центр материаловедения, Кавасаки, Япония

просту сфокусированный луч солнца. Кстати, плотность солнечного излучения даже в наших широтах может и без фокусировки достигать 0,1 Вт/см², что отнюдь не мало. А в более теплых местах легко устроить солнечный резак без всякого лазера. На Лазурном берегу Франции, в городе Монпелье, например, в 2000 году была построена и испытана солнечная установка, фокусирующая 50 кВт солнечного света в лучевой шнур плотностью до 1000 Вт/см², причем луч этот специально применили для совершения нескольких работ, которые считаются исключительным делом лазера, в частности для производства углеродных нанотрубок испарением графита в атмосфере гелия.

Современная промышленность выпускает мощные лазеры непрерывного действия (чаще всего это газовые лазеры на двуокиси углерода) и импульсные (обычно это твердотельные лазеры на иттрий-алюминиевых гранатах, ИАГ) со средней мощностью до нескольких киловатт. Результаты их действия на твердое тело выглядят совершенно так же, как и в романе «Гиперболоид инженера Гарина», — дым, гарь, оплавленные, обожженные края разрезов и технологических отверстий. В их лучах достигается очень

большая плотность излучения: мегаватты на квадратный сантиметр в непрерывном режиме или гигаватты в режиме миллисекундных импульсов. Несколько примеров приведены в таблице 1, из которой видно, что альтернативы лазеру все-таки пока нет, французская солнечная печь способна имитировать действие лазерного луча, но все равно уступает мощным промышленным лазерам по плотности излучения на многие порядки. Что же получается: единственное преимущество лазера — в способности достигать высокой плотности излучения, а принцип воздействия не отличается от дедушкиной синей лампы для прогрева суставов? Так быть не должно!

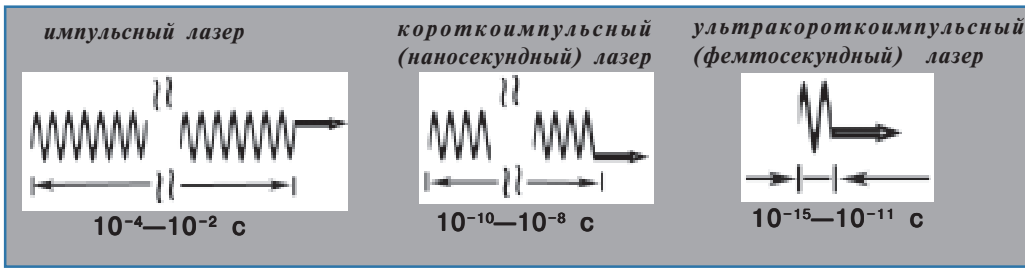
Лирическое отступление: лазерная мечта фантастов

Беспокойство по поводу содержащегося в рассуждениях подвоха осознают как общественное мнение, так и выражающие его писатели-фантасты. Во многих произведениях разные авторы пытались как-то обозначить, что лазер — это не просто лампочка, а нечто особое, квантовый генератор все-таки. Иногда, правда, доходили до полного абсурда. «Фух!» — вздохнул «Ультиматум», выпуская тонкий белый

Таблица 1

Плотность излучения современных промышленных лазеров

Источник излучения	Длина волны (мкм)	Изготовитель	Средняя мощность излучения (кВт)	Типичная плотность (Вт/см ²)
Солнечная печь Solful	Непрерывный спектр	Университет Монпелье, Франция	50	1·10 ³
Непрерывный СО ₂ лазер АЛТК-2	10,6	ОКБ лазерной техники ИТПМ СО РАН, Новосибирск	5	5·10 ⁶
Непрерывный ИАГ лазер МЛТ-500	1,064	Туламашзавод, Тула	0,5	5·10 ⁵
Импульсный ИАГ лазер МЛТИ-1200	1,064	Туламашзавод, Тула	1	1·10 ⁹ (в импульсе)



1
Так можно себе представить волновые пакеты разных лазеров

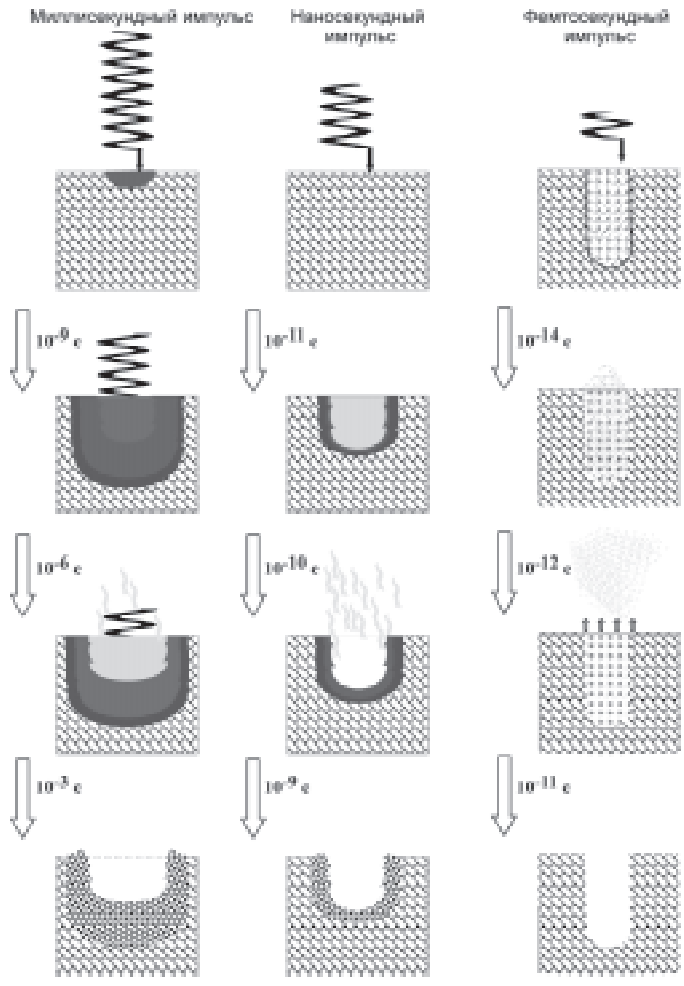
ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

луч. Это не было собственно выстрелом — импульсный лазер выжиг молекулы воздуха на линии огня, освобождая путь пучку античастиц», — пишет, например, С. Лукьяненко в «Линии грез».

Хотел бы я спросить любимого мною писателя, как именно он представляет себе «выжигание» молекул воздуха. Впрочем, не исключаю, что здесь можно предложить кое-что интересное...

Напротив, те произведения, где подчеркивается сходство между лазерным и обычным лучом, не пользуются популярностью, и читающая публика их отвергает. Вот, к примеру, блестящий фантастический детектив Ларри Нивена «ARM» («Рука»). Расследуются таинственные убийства, лица жертв выжжены до затылочной кости — явно мощным широкопучковым лазером. Расследование в тупике, никто не понимает, где преступник мог разжиться таким лазером. И вот главный герой находит разгадку — убийства совершены... карманным фонариком, луч которого спрессован при помощи хитроумного устройства на основе машины времени. Чудный сюжет, залихватская интрига, но читатель не принял кощунственного приравнивания лазера к фонарику. Книгу, кажется, даже не перевели на русский, в отличие от других произведений цикла «Known Space» («Известный космос»), — я, во всяком случае, не нашел сведений о русском издании.

И все-таки наши подспудные ожидания имеют основу. Лазер не всегда работает как очень мощная грелка, при определенных условиях с помощью лазерного луча можно воздействовать на твердое тело совершенно особым, нетепловым, способом. Все, что для этого нужно, — уменьшить длительность импульса.



Жар коротких импульсов

Попробуем объяснить на пальцах, отчего так важна длина импульса (рис. 1). Формируясь со скоростью света $3 \cdot 10^8$ м/с, волновой пакет за одну миллисекунду вырастает до $3 \cdot 10^5$ м, что составляет невообразимо много, около 10^{11} , единичных волн. А вот пакет короткоимпульсного лазера за одну наносекунду вырастает только до 30 см. В этом пакете число единичных волн уже можно считать, их около 600 000. Наконец, ультракороткоимпульсный лазер за одну фемтосекунду успевает выстрелить пакетом длиной всего в 300 нм — короче длины волны видимого света! Волна длиной меньше единицы собственной длины не есть волна — свет

2
Диаметры и глубина пробиваемых отверстий, а также размер неупорядоченной зоны, которая образуется после теплового воздействия, сильно различаются, если светить миллисекундным, наносекундным и фемтосекундным импульсом одинаковой плотности на твердую мишень

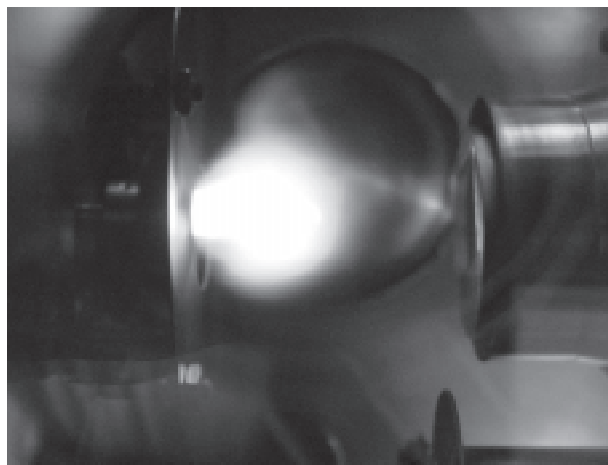
фемтосекундного лазера можно рассматривать как поток частиц-фотонов и пренебречь волновой его природой. Эта примитивная иллюстрация помогает понять качественную разницу между импульсами разной длительности.

Попробуем взглянуть на эту проблему с другой стороны. В твердом теле характерное время перехода энергии возбужденных электронов в энергию колебаний кристаллической решетки, так называемое время электронно-фононной релаксации, составляет 10^{-11} – 10^{-10} с. По истечении этого короткого срока энергия электронов переходит в тепловую (конечно, если не находит другого пути, чтобы разрядиться, например, через люминесцентное свечение). Материал нагревается. Представим, что лазерное излучение начало оказывать некое специфически лазерное, нетепловое воздействие на поверхность, а всё прибывающий волновой пакет доставляет и доставляет энергию. Прошло время, в тысячи раз большее времени релаксации; длинный импульс попросту вкачивает энергию в тепловые колебания решетки и подавляет любые тонкие эффекты, какими бы они ни были.

Теперь обратимся к рис. 2 и посмотрим на схематическое изображение действия миллисекундного, нано-

Фотография высокотемпературного плазменного облака, которое из графитовой мишени выбил импульс пикосекундного лазера.

Размер облака — около 5 см в поперечнике, а температура — много тысяч градусов



секундного и фемтосекундного импульсов одинаковой плотности на твердое тело.

Миллисекундный импульс начинает прогревать зону своего действия спустя несколько наносекунд. Продолжая вкачивать энергию, импульс через несколько десятков микросекунд расплавляет материал, а затем испаряет расплав. Из зоны воздействия луча вылетают и пары, и выбитые кипением капли расплава, и отдельные микрочастицы твердого материала, отколотые тепловым ударом. Наконец импульс заканчивается. Остается отверстие, диаметр которого немного (до полутора раз) больше, чем диаметр лазерного луча. Отверстие окаймляет вал из выплеснутого и осажденного из паров материала, так называемый грат, или заусенец. На расстоянии 10–15 диаметров луча вокруг отверстия простраивается зона теплового воздействия, в которой структура так или иначе искажена нагревом.

Наносекундный импульс действует иначе. Вся та энергия, которую обычный импульсный лазер закачивал в тысячу раз быстрее. Этого времени, однако, достаточно для того, чтобы привести в тепловое движение атомы кристаллической решетки и превратить зону воздействия в сжатый перегретый пар с температурой несколько тысяч градусов. Пар выбрасывается, образуется отверстие диаметром как раз с поперечник луча, заусенец и зона теплового воздействия все равно образуются, но куда менее выраженные — зона теплового воздействия, в частности, не превышает трех диаметров отверстия. Отверстие глубже, чем при обычном импульсе той же плотности, и это неудивительно, ведь на бесполезный разогрев прилегающих к зоне воздействия областей энергии ушло меньше.

Действие ультракороткоимпульсного лазера на твердое тело принципиально отличается от всего вышеописанного. «Недовольна» полностью входит в материал за несколько фемтосекунд. Она превращает электроны в зоне воздействия луча в высокотем-

пературный электронный газ, «срывает их с орбит» и в течение нескольких пикосекунд вышвыривает в пространство. В твердом теле остается как бы пробка из положительно заряженных ионов, которые притягиваются тем самым вышвырнутым электронным облаком — происходит холодный взрыв, называемый кулоновским, и пробка вылетает, оставляя аккуратное, с ровными краями без всяких заусенцев, отверстие. Зона теплового воздействия отсутствует, а отверстие может оказаться в три раза глубже, чем при наносекундном импульсе.

Реально происходящие процессы на самом деле сложнее этого изящного механизма кулоновского взрыва, особенно в металлах. Конечный эффект, однако, именно таков.

Фемтоимпульсы в деле

Ясно, что для резания, перфорации, гравировки ультракороткоимпульсные лазеры — просто находка. Каждый импульс аккуратно, можно сказать, атравматично, вынимает кусочек материала, не оставляя наплывов и заусенцев. Точность обработки можно повысить до одного микрона, а применяя ультрафиолетовое излучение — и до нескольких десятых долей микрона. Наконец-то мы превзошли инженера Гарина.

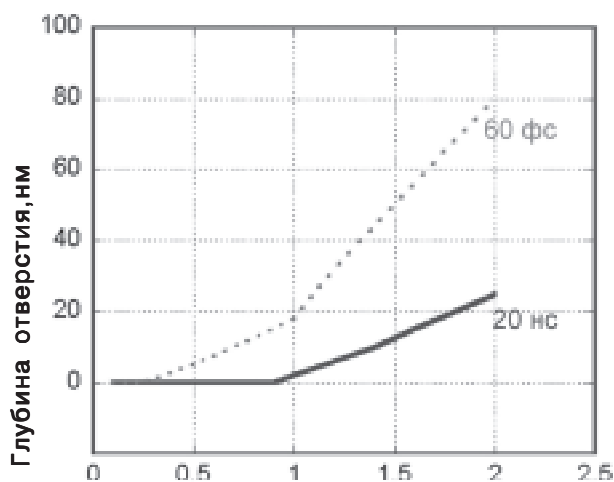
А уж противоракетное оружие из достаточно мощного фемтосекундного лазера получается просто идеальным. Представьте: при помощи зеркал нацеленный луч мгновенно фокусируется на боеголовке; одним импульсом пробивает цилиндрическое отверстие в оболочке, вышибленный сгусток плазмы отлетает с первой космической скоростью и по крайней мере сбивает боеголовку с траектории — если нанесенное повреждение ее вообще не разрушило. Всего-навсего пятикиловаттный фемтосекундный лазер может таким толчком придать импульс в полтонны. Подобное оружие — просто чудо эффективности, особен-

но по сравнению с опубликованными в США проектами устройств, которые будут ловить цели в створ непрерывного мегаваттного лазера и долгие секунды поджаривать боеголовку, пока та не лопнет. Уж не знаю, занимаются ли подобными разработками военные ведомства каких-либо стран или нет.

Не следует забывать и о той части материала, что выбита из отверстия и в виде плазменного облака с температурой в 20–30 тысяч градусов вышла в окружающее пространство (рис. 3). Это облако способно на химические превращения, ценность которых может быть не меньше, чем ценность уникально прецизионной резки материала. Фемтосекундный импульс обеспечивает стопроцентную атомизацию плазмы, а более длительные импульсы способны избирательно испарить из мишени крупные и стойкие кластеры, например фуллерены. Воздействие на графитовые и композитные графит-фуллереновые мишени импульсами разной длительности позволяет синтезировать из плазмы те самые виды нанотрубок и многослойных фуллеренов, которые исследователь хочет получить. Именно это мы с коллегами пытаемся делать в нашей лаборатории, а другие ученые докладывают, например, об осаждении из плазмы ультракоротких импульсов твердых покрытий-пленок идеального качества.

Правило выбора лазера

Хочу затронуть еще один интересный вопрос, возникший при внедрении в практику короткоимпульсных лазеров. А именно — как оценивать их производительность. Физики и инженеры со времен зарождения лазерной техники привыкли оперировать мощностью излучения в ваттах как главным показателем производительности лазера. Для импульсных лазеров пришлось различать среднюю мощность и гораздо более высокую мощность в импуль-



4
В зависимости от плотности лазерный импульс пробьет в графитовой мишени отверстие разной глубины. На двух кривых показаны данные для фемтосекундного и наносекундного лазеров

Плотность импульса Дж/см²

Таблица 2

Некоторые короткоимпульсные лазеры*

Рабочее тело лазера	Длина волны излучения (нм)	Длина импульса
ИАГ, допированный Nd	1064 (ИК), или 532 (зеленый), или 266 (УФ)	10–30 нс
KrF	248 (УФ)	10–30 нс
Сапфир, допированный Ti	740–950 (багровый)	20–50 фс
Форстерит Mg ₂ [SiO ₄], допированный Cr	1230–1280 (ИК)	50–70 фс

* 1 фс = 10⁻¹⁵ с.

се, она же мгновенная. Например, распространённые в лабораториях пятиваттные эксимерные лазеры излучают 10 импульсов в секунду, каждый длительностью 30 нс, что дает, как нетрудно убедиться, 1,67·10⁷ Вт на импульс. Мгновенная мощность совсем небольших, настольных фемтосекундных лазеров может достигать уровня 1·10¹² Вт, то есть измеряться уже в тераваттах. Разработчики новых лазеров обычно с гордостью докладывают о новых небывалых величинах мгновенной мощности.

Однако эти цифры, сами по себе впечатляющие, мало что говорят о возможностях лазера. Скажем, фемтосекундный лазер с мегаваттной мгновенной мощностью не способен даже пластмассу серьезно поцарапать, а наносекундный с той же мгновенной мощностью легко режет легированную сталь, очень уж велика разница в количестве доставляемой импульсом энергии. Поэтому химики и инженеры по лазерной обработке больше ссылаются на энергию или плотность импульса, а как вторую, качественно дополняющую характеристику используют его длительность. В самом деле, из рис. 2 видно, что именно полная энергия импульса в первую очередь определяет, сколько вещества будет выбито из мишени. А чем короче импульс, тем меньше потери. Закономернос-

ти, показанные на графике (рис. 4), помогают понять, в чем тут дело. По достижении некоего порогового значения глубина пробитого импульсом отверстия с увеличением энергии импульса растет почти линейно. При более коротком импульсе и пороговое значение ниже, и скорость роста выше, но разница эффектов относительно невелика, при различии мгновенной мощности на шесть порядков глубина выбитого отверстия отличается всего в три раза.

Ультракраткоимпульсные лазеры сегодня не такая уж экзотика, хотя стоимость их пока что на порядок выше, чем у короткоимпульсных аналогов. В таблице 2 показаны некоторые короткоимпульсные и ультракраткоимпульсные лазеры, причем характеристики фемтосекундных представлены выпускающим их предприятием «Авеста» из подмосковного Троицка. Наносекундные лазеры и вовсе широко вошли в практику, хотя пока их покупают почти исключительно для научных исследований. Как видим, новейшая техника тут прямо-таки наступает на пятки новой, ведь даже обычные непрерывные и импульсные лазеры пока не заняли и половины принадлежащей им промышленной ниши (см. «Химию и жизнь», 2002, № 6).



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Аттосекунды летят и летят

Не успел еще стихнуть в научном мире радостный шум после появления фемтосекундных лазеров и вручения за их использование Нобелевской премии, как впереди замаячили совсем фантастические приборы — лазеры, у которых импульс длится считанные сотни аттосекунд. Фемтосекундные лазеры дали химикам возможность снимать кино о том, как ведут себя отдельные молекулы. Новые приборы, которые позволяют проследить за поведением электронов, собираются разработать британские ученые во главе с доктором Джоном Тишем из лондонского Королевского колледжа. В конце января Британский исследовательский совет выделил им грант в размере 3,5 миллионов фунтов стерлингов.

Аттосекунда в тысячу раз короче фемтосекунды, то есть длится 10⁻¹⁵с. Это характерное время движения электронов. Например, за двадцать четыре аттосекунды электрон совершает полный круг (если так можно сказать о квантовой частице, которая для постороннего наблюдателя, в сущности, размазана в пространстве) вокруг атома водорода.

«Представьте себе, что вы захотели сфотографировать пулю, пробивающую помидор, — поясняет идею руководитель проекта. — Для этого понадобится стробоскоп, который станет освещать этот помидор вспышками света, каждая продолжительностью в микросекунды. Тогда пуля как будто остановится. Чтобы на изображении остановить электрон, нужно аттосекундное разрешение. Иначе он просто размоется в блестящее облачко».

«Все изменения в материалах, — добавляет координатор проекта Йон Марангос, — будь то отдельные молекулы, твердые вещества или мягкие ткани, можно проследить, наблюдая перегруппировку связывающих атомы электронов. Аттосекундные импульсы впервые дадут нам возможность следить за чрезвычайно быстрыми изменениями, происходящими с этими частицами».

В планируемом приборе импульс будет длиться не более 200 аттосекунд. А собрать его из отдельных деталей участники проекта планируют к 2005 году, при этом одну половину выделенных миллионов они израсходуют на покупку оборудования, а вторую половину — на оплату труда 30 научных сотрудников, которые работают в семи британских университетах.

С. Комаров

Биоанализатор Agilent 2100 — революционная совместная разработка компаний Agilent Technologies и Caliper Technologies Corp.

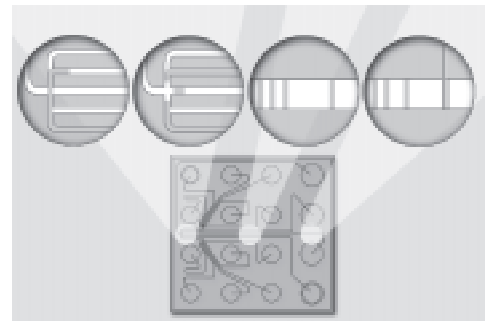
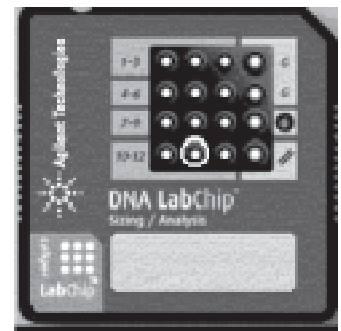
- **первый анализатор в мире, построенный на базе технологии lab-on-a-chip (лаборатория на чипе)**
- **усовершенствованный анализ нуклеиновых кислот, белков, и клеток**



Биоанализатор Agilent 2100 — идеальное решение для современной биохимической лаборатории. На одной платформе проводится анализ:

- ДНК (аналог электрофореза)
- РНК
- белков (аналог SDS-page)
- клеток (аналог поточной цитофлуориметрии)

Основа технологии «лаборатория на чипе» — система микроканалов, заполненных гелем. Под действием электрического напряжения в каналах происходит разгонка молекул и разделение по длине/массе. Один чип размером 4 × 4 см заменяет целый комплекс оборудования, необходимого для электрофореза, и позволяет анализировать одновременно до 12 образцов.



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- полное устранение оборудования для приготовления, разгонки и детекции гелей
- минимальная пробоподготовка (все реагенты поставляются вместе с микрочипами)
- сокращение времени анализа до 30 минут (таким образом, анализ белков ускоряется в 4–6 раз, анализ ДНК — в 3 раза, анализ РНК — в 2 раза)
- минимальное потребление образца (например, 1 мкл ПЦР-смеси вместо 5 мкл для электрофореза)
- точный качественный и количественный анализ образцов: по цифровой картинке геля простым наведением курсора на интересующую полосу можно получить информацию по концентрации (М, нг/мкл), длине/массе фрагмента

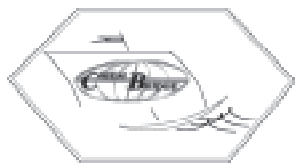
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:

- анализ фрагментов рестрикции ДНК
- анализ продуктов ПЦР, определение генетически модифицированных организмов, установление родства
- ранняя диагностика онкозаболеваний по теломеразе
- изучение эффективности трансфекции клеток
- количественное определение белков, определение уровня экспрессии генов

INTERLAB

InterLab Inc., авторизованный распространитель
Agilent Technologies

127055, Москва, Тихвинский пер., д. 11, стр. 2
Телефоны: 788-0982, 788-0983.
Факс: 755-7761.
E-mail: Interlab@apg.ru
Сайт: <http://www.interlab.ru>



4-й Всесоюзный Симпозиум по органическому синтезу «Органическая химия – упадок или возрождение?»

4–6 июля 2003 г., Москва–Углич–Москва

Название очередного симпозиума «Органическая химия — упадок или возрождение?» призвано дать широкую панораму реального состояния дел в органической химии на просторах бывшего СССР. Организаторы конференции приглашают ученых к дискуссии о наболевших проблемах современной науки и полагают, что, несмотря на все трудности нашего времени, органическая химия стремится к новым виткам в своем развитии.

В этом году ChemBridge Corporation исполняется 10 лет. Организаторы симпозиума хотели бы, чтобы новая встреча стала для химиков-органиков настоящим праздником на комфортабельном теплоходе «Валериан Куйбышев», где участники могли бы не только погрузиться в глубины современных проблем органической химии, но и насладиться широтой российских речных просторов.

Размер оргвзноса зависит от сроков оплаты — до или после 30 апреля 2003 г. (подробности на сайте www.chembridge.ru).

Организатор и генеральный спонсор симпозиума ChemBridge Corporation планирует выделить свыше 100 грантов для участия в симпозиуме. Выделение грантов будет производиться после регистрации всех заявок.

Факс: (095) 956-49-48
Тел: (095)775-06-54, 246-48-11

Почтовый адрес: 119048 Москва а/я 424
E-mail: conference@chembridge.ru



2-я ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА по органической химии

в апреле 2003 г. в Москве

ChemBridge Corporation, Химический факультет МГУ и Высший химический колледж РАН при информационной поддержке журнала «Химия и жизнь—XXI век»

проводят 2-ю Всероссийскую Олимпиаду по органической химии для студентов старших курсов, аспирантов и молодых ученых. Олимпиада состоится в апреле 2003 года в Москве на Химическом факультете МГУ в рамках конференции «Ломоносов-2003».

Более подробную информацию и задачи для разминки вы можете найти на сайте www.chembridge.ru

Победителей ожидают награды
первый приз — 10 тыс. рублей
два вторых приза — по 5 тыс. рублей

Специальный приз по случаю 10-летия ChemBridge Corporation —
5 тыс. рублей лучшему из химиков, участвующих в Олимпиаде повторно

Все победители получают приглашение для участия в 3-дневном Симпозиуме по органическому синтезу, который будет проходить на теплоходе «Валериан Куйбышев» с 4 по 6 июля со 100%-ной оплатой генеральным спонсором Симпозиума фирмой ChemBridge Corporation.

Авторы десяти наиболее интересных работ получают билеты химической лотереи ChemBridge Corporation.

Заявки принимаются до 28 марта 2003 г.

Факс: (095) 956-49-48
Тел: (095)775-06-54, 246-48-11

Почтовый адрес: 119048 Москва а/я 424
E-mail: conference@chembridge.ru

Фимиа фемтофизике

R. Bartels et al., «Science», 2002, v.297, p.376

Для получения когерентного УФ-излучения обычно используют громоздкие и дорогие синхротроны, в которых лишь крайне малая часть затрачиваемой на ускорение электронов энергии превращается в синхротронное излучение. Но теперь физики из Колорадского университета разработали для этого компактное устройство.

Они направили короткие (длительностью 25 фс) мощные импульсы от инфракрасного лазера внутрь полого волокна (с диаметром отверстия 150 мкм и длиной 10 см), в котором при низком давлении находился газ аргон. Под действием этих импульсов атомы аргона ионизировались, и сорванные с них электроны ускорялись светом. Сталкиваясь с другими атомами аргона, они порождали высшие гармоники исходного ИК-света, в том числе имеющие длину волны 40 нм, то есть дальний ультрафиолет (поскольку такие лучи поглощаются воздухом и их можно применять только в вакууме, этот диапазон волн называют еще вакуумным ультрафиолетом). На выходе трубочки был установлен фильтр, который пропускал только самую высокочастотную часть спектра. И, хотя ее доля составляла лишь 0,001% подводимой к установке энергии, это более высокий процент, чем в синхротроне.

Подобные настольные устройства позволят изучать материалы на наноуровне, в том числе и биологические объекты. Ожидают, что такой лазер удастся усовершенствовать и достичь еще более коротких волн.

Кстати, немецкие цитологи научились доставлять ДНК в клетки различных типов с помощью фемтосекун-

дного лазера, излучающего импульсы ИК-света. В культуру клеток добавляли плазмиды — тот ДНК-овый груз, который нужно доставить в клетки (в эти плазмиды предварительно встроили ген флуоресцирующего белка, чтобы затем можно было легко проконтролировать успех всей процедуры). Через оптическую систему микроскопа лазерный луч фокусировали на определенной клетке и выпускали по ней очередь световых импульсов, которые на мгновения образовывали в ее мембране пробоины. После чего в тот же микроскоп наблюдали свечение белка в данной клетке. Метод обеспечивает почти стопроцентную эффективность и не повреждает клетку (*«Nature», 2002, v.418, p.290*).

И еще: начал выходить новый международный журнал «Lasers in the Life Sciences», главный редактор — наш известный специалист из Института спектроскопии РАН в Троицке В.С.Летохов. Применению лазеров в биологии и медицине посвящен один из номеров журнала «Квантовая электроника» (2002, № 11).

Пузырек-микрореактор

Y. T. Didenko, R. S. SuslicK, «Nature», 2002, v.418, p.394

Сонолюминесценцию, когда в жидкости под действием стоячих ультразвуковых волн возникают наполненные газом пузырьки, открыли 12 лет назад (см. «Химию и жизнь», 1997, № 5; 1999, № 11–12). Это явление привлекает к себе все большее внимание, поскольку стало ясно, что в кавитационных пузырьках идут разнообразные физико-химические процессы.

Ученые из Иллинойского университета пришли к выводу, что одиночный пузырек представляет собой прежде всего химический реактор высокого давления и температуры. В фазе сжатия

пузырька до микрометровых размеров его объем уменьшается в тысячу раз и содержащийся в нем газ достигает плотности твердого тела, при этом температура в нем доходит до 10 000–20 000 К. Газ частично ионизируется, а рекомбинация ионов и электронов вызывает излучение света. Кроме того, возникают химические радикалы и идут реакции, скажем, образования соединений азота NH и NO. Когда пузырек расширяется, его содержимое растворяется в поступающей в него жидкости, а при следующем коллапсе начинается новый цикл реакций.

Расчеты авторов статьи показали, что на эндотермические химические процессы расходуется в сто раз больше энергии, чем на излучение света. Значит, добавляя в жидкость определенные соединения, можно изучать те их превращения, что требуют экстремальных условий. Вокруг этих исследований сейчас развивается интересная область сонохимии.

Кстати, недавно появилось сообщение из Ок-Риджа о том, что в кавитационных пузырьках при растворении в воде дейтерированного ацетона наблюдаются признаки ядерного синтеза — образование трития, выделение нейтронов (*«Science», 2002, v.295, p.1868*), но эти данные пока надежно не подтверждены. По мнению многих специалистов, такой «bubble fusion» (пузырьковый синтез) маловероятен.

А вот группа французских и английских физиков впервые осуществила ядерный синтез в разреженной плазме — световые импульсы от мощного лазера они параболическим зеркалом фокусировали на струе газообразного дейтерия; при этом фиксировали значительный поток нейтронов (*«Phys. Rev. Lett.», 2002, v.89, p.165004*).



Кремний в Санта-Барбаре

S.Sriraman et al., «Nature»,
2002, v.418, p.62

Наряду с кристаллическим, большую роль в новейших полупроводниковых технологиях играет и аморфный кремний — его используют в солнечных батареях, а также в тонкопленочных транзисторах, которые нужны для плоских жидкокристаллических дисплеев. К сожалению, аморфная фаза нестабильна — со временем материал утрачивает нужные свойства. Однако есть еще и близкий к ней по электронным характеристикам нанокристаллический кремний, который лишен этого недостатка; еще одно его преимущество состоит в том, что электроны и дырки в нем более подвижны. Обе эти разновидности кремния получают плазменным осаждением силана (SiH_4), но при разных условиях. Хотя было известно, что нанокристаллы возникают при повышении в плазме концентрации ионов водорода, детали процесса оставались невыясненными.

Материаловеды из университета в Санта-Барбаре заменили водород дейтерием и исследовали методом ИФ-спектроскопии его поведение. Оказалось, что атомы водорода проникают в образующуюся пленку и катализируют в ней перестройку Si—Si связей — они занимают позиции между атомами кремния, формируя цепочки Si—H—Si, но такие связи неустойчивы и потому распадаются. При этом вещество переходит из аморфного состояния в более упорядоченное нанокристаллическое.

Изучение гидрогенизированного кремния показало, что за его нестабильность ответственны атомы водорода, которые более подвижны, чем атомы кремния. Значит, нужно использовать водород

для получения нанокристаллической фазы, а затем попытаться избавить пленку от него. Кроме того, еще предстоит научиться контролировать размер и взаимную ориентацию наногранул.

Гены SIR и ADAM

Давно замечено, что малокалорийное питание продлевает жизнь многих организмов — от одноклеточных до приматов; так, крысы, потребляющие на 30—50% меньше калорий, чем обычно, живут не три года, а четыре. Механизм явления пока не вполне ясен, хотя известно, что происходит некоторое общее изменение метаболизма, при котором снижается образование свободных радикалов (многие ученые возлагают вину за старение именно на них). Кроме того, падает концентрация глюкозы и инсулина в крови, что говорит об участии в этих процессах нейроэндокринной системы. Не исключено, что умеренное голодание действует и как слабый стресс, который мобилизует скрытые резервы организма.

Американские микробиологи работали с дрожжами, длительность жизни которых определяется количеством их возможных делений. Оказалось, что в среде с пониженным содержанием питательных веществ число поколений у них возрастает на 30%. При этом микроорганизмы значительно увеличивают интенсивность дыхания, и это ключевой момент, поскольку дрожжи с дефектным геном белка, задействованного в работе дыхательной цепи, не становятся долгожителями.

Нужно учесть, что дрожжи умеют получать энергию двумя способами — дыханием и

ферментацией. Когда глюкозы в среде достаточно, гены, контролирующие дыхание, молчат и сбраживание глюкозы в этанол идет анаэробно, то есть без участия кислорода. Если же глюкоза в дефиците, включается дыхание — значительно более эффективный процесс добычи энергии.

А как же отрицательное действие свободных радикалов? Ведь они в большой степени образуются именно в митохондриях, когда там идет окисление глюкозы и образование АТФ. Выяснили, что переключением режимов (с брожения на дыхание) управляет ген *SIR2*, продукт которого деацетилирует гистоны — белки, участвующие в упаковке ДНК в хромосоме и потому влияющие на активность многих генов. Видимо, *SIR2* одновременно с дыханием включает и механизмы защиты, обеспечивающие нейтрализацию радикалов и репарацию ДНК. У животных таких альтернативных путей производства энергии нет, но принципы перестройки метаболизма у них могут быть сходными с дрожжевыми; уже показано, что на продолжительность жизни нематоды *C.elegans* влияет тот же ген *SIR2*.

Среди людей есть энтузиасты, которые проверяют влияние голодания на себе, но дается им это нелегко, а результаты неоднозначны. Можно надеяться, что, когда ученые разберутся в явлении, они симутируют положительное действие ограниченного по калориям питания какими-либо средствами, не требующими столь грубого насилия над собой (*S.-J.Lin et al.*, «Nature», 2002, v.418, p.344).

Бронхиальной астмой страдают в мире сотни миллионов человек. При этом заболевании стенки воздухопроводящих путей бронхов становятся сверхчувствительными к разным факторам, например холодному или сухому воздуху, — под их действием каналы сужаются, что затрудняет

дыхание. Болезнь носит в большой степени наследственный характер, но для ее проявления требуются и некоторые внешние условия. Конкретные молекулярно-генетические причины патологии до последнего времени оставались невыясненными.

Большая группа американских и английских исследователей изучила 460 семей европейцев, в которых из поколения в поколение появлялись астматики. Применяв генетический анализ, они сначала локализовали относящиеся к болезни гены в коротком плече 20-й хромосомы, потом сузили эту область до участка, содержащего 23 гена, и, наконец, вышли на конкретный ген — им оказался *ADAM33*, который кодирует фермент металлопротеазу. Видимо, этот фермент играет регуляторную роль, и мутации в нем сказываются на работе клеток гладкой мускулатуры в каналах бронхов; стала более понятна связь астмы с аллергией. Есть подозрения, что ген *ADAM33* причастен и к другим респираторным заболеваниям.

В этой работе широко использовались результаты, полученные в ходе реализации проекта «Геном человека». Мы видим, что затраченные огромные усилия уже начали приносить научные плоды, и в ближайшие годы они, без сомнения, будут все более обильными (*P. van Eerdewegh et al.*, «Nature», 2002, v.418, p.426).

Кстати, компьютеры позволяют проводить сравнительный анализ геномов разных организмов, который иногда открывает в них совершенно неожиданные сходства (гомологии). Так, исследователи из университета Брандеса (штат Массачусетс) обнаружили, что прокариоты экспрессируют гены белков, служащих ионными каналами в нейронах. Уже есть догадки о том, зачем эти белки им нужны («Nature», 2002, v.419, p.715).

Подготовил
Л. Верховский

Что мы измеряем, когда мы измеряем?



Если спросить, какие единицы измерения сейчас применяются в России, то почти наверняка услышишь, что это единицы Международной системы единиц (СИ), как это и требует ГОСТ 8.417-81 «Единицы физических величин» и Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Мы учим этому школьников и студентов, мы верим в это сами.

Именно верим, так как за 20 лет, что прошли после утверждения ГОСТа, не опубликовано ни одной работы, где было бы показано, что единицы СИ в России действительно выполняют ту роль, которую закон РФ возлагает на «узаконенные единицы». А именно: что они обеспечивают такое «состояние измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений не выходят за установленные границы...».

Но переход на единицы СИ не сводится к изменению наименования единиц, их обозначений и другим чисто формальным мероприятиям. Главное совсем другое — изменение роли государственных первичных эталонов (госэталонов), от которых размер единицы по цепочке (поверочной схеме) «госэталон® рабочие эталоны® образцовые средства измерений (ОСИ) разных разрядов® рабочие средства измерений разной точности» передаются всем используемым в стране средствам измерений (их называют вторичными).

Раньше, когда применяли так называемые «практические единицы», той «физической величиной, которой по определению было присвоено числовое значение 1 (точно)» являлся первичный эталон (национальный госэталон или международный эталон-прототип), соответствующим образом выбранный и утвержденный. То есть, как шутят пре-

подаватели на занятиях со студентами, метровая платиновая палка, килограммовая гиря и т.д. Погрешность эталона практической единицы равна нулю по определению, а погрешность любого вторичного средства измерения равна отклонению размера единицы, хранимого этим средством, от размера единицы, хранимого госэталонном.

Иначе обстоит дело, когда речь идет о теоретических единицах, к которым относятся и единицы СИ. Размеры этих единиц устанавливаются не первичными эталонами, а теоретически (словесными) определениями, основанными на использовании объективных, не зависящих от метрологов, явлений и физических законов.

Так, в системе СИ единица времени (секунда) определена как «время, равное 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133», а единица длины (метр) — как «длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени 1/299 792 458 секунды» и т. д. Техническая реализация подобных определений, построение каких-то установок и приборов неизбежно происходит с ошибками. Поэтому размер единицы, хранимый госэталонном (необходимым для последующей градуировки и поверки всех остальных, «вторичных» средств измерения), неизбежно как-то отклоняется от размера теоретической единицы. Невозможно получить точно «9 192 631 770 периодов».

Госэталон всегда воспроизводит теоретическую единицу с некоторой неисключенной систематической погрешностью (НСП). И ее, а не только погрешность передачи размера единицы от госэталона к вторичному средству измерений надо учитывать при оценке погрешности любого измерения.

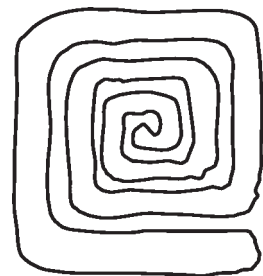
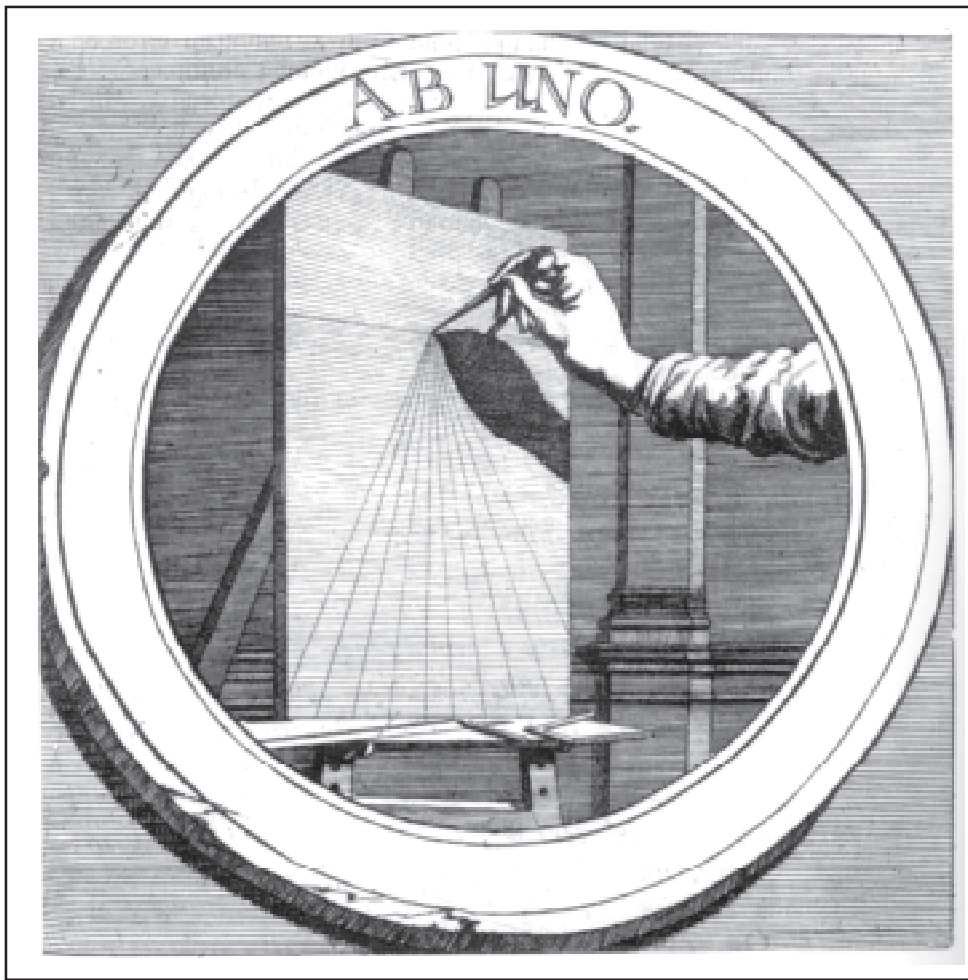
Поэтому, когда первичный эталон используют в качестве средства, воспроизводящего теоретическую единицу, погрешности вторичных средств измерения всегда больше, чем если этот же эталон, присвоив ему, по определению, числовое значение 1 (точ-

но), превращают в первичный эталон практической единицы.

В прошлом именно это желание уменьшить погрешность вторичных средств измерения приводило к тому, что первичный эталон, созданный для воспроизведения теоретической единицы (которую нельзя утратить или повредить), со временем превращали в эталон, устанавливающий размер практической единицы. Пример — история метра. Эталонный метр Парижского архива был создан для воспроизведения естественной (теоретической) единицы длины — длины 10^{-7} части четверти земного меридиана. Что эталонный метр архива и делал с огромной (по нынешним понятиям) погрешностью порядка 0,02%. Но использовался он всегда как эталон практической единицы, как «метр по определению», то есть без учета погрешности, обусловленной погрешностью измерения длины меридиана. Что и было, в конце концов, признано и узаконено Международной комиссией метра, которая отказалась от теоретической единицы длины (длины 10^{-7} части четверти земного меридиана) и постановившей считать единицей длины — длину метра Парижского архива (точно).

После этого уже длина четверти меридиана стала характеризоваться значением, близким к 10 002 000 метров, полученным путем сравнения длины меридиана с длиной метра архива, утвержденной в качестве практической единицы. А длина меридиана с этого момента перестала интересовать метрологов, и далее ею занимались исследователи Земли.

В свое время было принято решение перейти на систему СИ — то есть от практических эталонов к теоретическим. Но госэталон воспроизводит теоретическую единицу СИ с неисключенной систематической погрешностью (НСП), которую нужно учитывать при оценке погрешностей всех вторичных средств измерений. А для того, чтобы это делалось, следовало бы изменить стандарты, разработанные для практических единиц. Однако вместо этого был утвержден дей-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ность передачи размера единицы от госэталола к данному средству. И она всегда меньше правильной оценки погрешности измерения, которая должна учитывать и НСП госэталола. Следовательно, единицы СИ на самом деле не выполняют ту функцию, которую закон РФ возлагает на «узаконенные» единицы.

Несмотря на официальные заявления о переходе на теоретические единицы СИ, в действительности все измерения в России как производились, так и производятся в практических единицах, размеры которых фактически устанавливаются существующими госэталолами. Даже если их создавали (как считается) для воспроизведения единиц СИ. Размеры этих практических единиц отличаются от размеров единиц СИ! Причем насколько отличаются — лица, производящие измерения, сейчас не знают и будут знать только тогда, когда в каждом свидетельстве о поверке средства измерения будет указываться неисключенная систематическая погрешность, с которой госэталола воспроизводит единицу СИ.

В то же время можно назвать единицы, фактически выполняющие эту функцию, хотя формально она на них не возлагалась. Это — практические единицы, размеры которых (точно по определению) устанавливаются существующими госэталолами, независимо от того, какова была первоначальная цель их создания.

Собственно говоря, повторяется история с метром, той самой платиновой вещью, которая мирно пребывает на юго-западной окраине Парижа — в Севре: езжайте в Булонь-Бийанкур, там через речку — и вы на месте.

Кандидат
физико-математических наук
В.Е.Финкельштейн

ствующий до сих пор ГОСТ 8.381-80 «Эталоны. Способы выражения погрешностей», содержащий принципиально несовместимые положения.

Так, в одном его пункте признается существование НСП госэталола и предписывается указывать ее в паспорте госэталола.

В другом же пункте сказано, что «суммарная погрешность вторичного (в том числе рабочего) эталола характеризуется средним квадратическим отклонением результата измерений при его сличении с первичным эталоном...». ГОСТ 8.381-80 не предусматривает проведение вычислений, учитывающих НСП, он называет «суммарной» погрешность, определенную без ее учета. Таким образом, ГОСТ предписывает не учитывать НСП воспроизведения единицы СИ госэталола при оценке погрешности рабочих эталонов и (как следствие этого) всех нижестоящих средств измерений. Причем независимо от того, мала или велика эта НСП.

И вот результат. Согласно поверочным схемам для ома (ГОСТ 8.028-86) и вольта (ГОСТ 8.027-81), рабочий эталола ома оказывается точнее госэталола, а для вольта — точнее госэталола оказывается не только рабочий эталола, но и образцовое средство

измерений 1-го разряда! Ситуация напоминает такую: я проверяю деревянную школьную линейку по стальному штангенциркулю, который имеет собственную точность 0,05 мм, а потом говорю, что поскольку сличение линейки со штангенциркулем выполнено с точностью 0,02 мм, то и линейка имеет точность 0,02 мм.

Кроме того, сравнение ГОСТ 8.027-89 с ГОСТ 8.027-81 показывает, что внедрение нового госэталола вольта, сопровождавшееся изменением его НСП на 3,565 мкВ, никак не сказалось на доверительных погрешностях вторичных средств. Так, у образцовых средств измерений 1-го и 2-го разрядов они как были, так и остались равными, соответственно 0,7 и 2 мкВ, что много меньше произошедшего изменения НСП госэталола! Возвращаясь к примеру — я откуда-то узнал, что мне дали не тот штангенциркуль, прибегаю — а мне говорят: да, у нас есть новый, на нем сантиметр отличается от старого на 0,1 мм, но ты не беспокойся, меряй своей деревяшкой по-прежнему...

Поэтому на самом деле значения погрешностей вторичных средств измерений, приводимые в стандартах, поверочных схемах, паспортах, свидетельствах о поверке и прочих документах, указывают только погреш-



Информацию до сих пор считают одним из самых загадочных понятий, несмотря на множество посвященных ей работ. В значительной мере это связано с тем, что каждый из исследователей дает ей определение в соответствии со своими профессиональными интересами.

Так, У.Эшби интерпретировал информацию как передаваемое разнообразие, понимая под этим лишь совокупность свойств различных объектов и связей между ними. Этой же точки зрения придерживались и другие известные кибернетики, а также философы. Вместе с тем З.Цацковский утверждал, что информация материальна; А.Урсул связывал ее с фундаментальным свойством материи — ее способностью к отражению; А.Ребане и И.Вейцзакер считали источником информации любую форму, причем Вейцзакер отмечал, что информация — не просто форма, а нечто знание о ней, то есть предполагал необходимость наличия не только объекта, но и субъекта познания.

Итак, мнения разделились. Одни авторы (их можно назвать атрибутистами) рассматривают информацию как атрибут любого материального объекта и оценивают ее как меру упорядоченности структур и взаимодействий между ними; по их мнению, именно структура и служит хранилищем информации всех объектов неживой (а также живой) природы. Другие же авторы (назовем их функционалистами) связывают информацию лишь с функционированием самоорганизующихся систем — живых организмов и кибернетических автоматов.

Однако на наш взгляд, спор между функционалистами и атрибутистами не имеет смысла; первые изучают верхушку айсберга, а вторые пытаются увидеть его подводную часть. Тем не менее и в том, и в другом случаях природа информации не вскрывается. Описываются лишь ее свойства и проявления. Примерно так же обстоят дела с представлениями о материи, пространстве, времени, энергии и гравитации: хотя их свойства и описываются количественно, никто не знает, что это такое.

По-видимому, ближе всех к пониманию атрибутивной сути информации подошел академик В.М.Глушков. По его определению, информация — это мера неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени. Однако понятие «мера» подразумевает существование материального средства измерения — например, подобных метру или часам. Для измерения количества информации подобных приборов не существует — как не существует, скажем, приборов для измерения энтропии. А то, что мы не можем измерить, — это что такое? Уже не информация?

Поэтому, мы полагаем, логичнее считать, что Вселенная содержит безграничное море информации, а мы воспринимаем только ее часть — полезную или бесполезную с точки зрения каждого конкретного наблюдателя. И если из определения Глушкова изъять слово «мера», а говорить лишь о том, что информация — это любые неоднородности Вселенной, то очень многое, что мы еще не в состоянии измерить, может оказаться информацией. Так, пространство и время, энергия, масса, заряд сами могут иметь еще не познанную структуру — то есть неоднородности. Следовательно, информация лежит в фундаменте мира. Таким образом, наше определение вскрывает природу информации.

Из информационного безграничья — из того, что принято называть хаосом, — человеческое сознание выделяет некие уместимые образы. Это весьма субъективный процесс: так, один человек воспринимает симфоническую музыку как нечто гармоничное и упорядоченное, а другой — лишь как раздражающий шум (про таких говорят «медведь на ухо наступил»).

Можно привести пример и из техники радиосвязи. На антенну приемника одновременно поступают сигналы от многих тысяч радиостанций, которые сливаются в хаотический информационный шум. Но резонансный фильтр приемника выделяет из этого шума полезный сигнал. То есть

хаос — это лишь результат интерференции, наложения информации.

Значит, порядок представляет собой лишь умопостигаемое состояние объекта и прямо не связан с количеством информации. Так, строитель видит порядок в расположении кирпичей в кладке дома. Архитектора интересует порядок расположения помещений и внешний вид здания. А градостроитель усматривает порядок лишь в расположении домов и общем плане района застройки.

Однако, определив информацию как следствия существования неоднородностей в материальном мире и став, таким образом, на позицию атрибутистов, мы должны согласовать ее с точкой зрения функционалистов.

Функционалисты изучают только ту информацию, которая переносится от одного объекта к другому, хранится в мозгу и на изобретенных человеком носителях, участвует в процессах жизнедеятельности. Годовые кольца на срезе дерева несут информацию об изменениях климата; звук из воздуха может переноситься на любой другой естественный или искусственный носитель; свет несет информацию о далеких небесных светилах и их химическом составе — и так далее. При этом любая информация подобного рода проявляется в виде материальных неоднородностей.

То есть функциональная информация — это информация, циркулирующая в человеческой среде. Как и атрибутивная информация, ее восприятие и перенос на другие носители связаны с неизбежной фильтрацией, выделением полезных сигналов. Иначе говоря, фильтрация информации представляет собой фундаментальное явление природы. Потому-то мы и говорили о том, что спор между представителями этих научных течений не имеет смысла.

Хотя следует отметить, что представление об атрибутивной информации в виде неоднородностей позволяет говорить о существовании в природе еще не познанных явлений.

А.Тартаковский,
Университет Шеффилда
(Великобритания)



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

«Маркони»: как работают лидеры «хай-тека»

Александр Тартаковский окончил МФТИ в 1996 году. С 1993-го по 2001 год работал в ведущей лаборатории Института физики твердого тела в Черноголовке, с марта 2001 года — в Шеффилде, где в данный момент занимается спектроскопическими исследованиями квантовых точек.

«Маркони» — это имя известно многим. Не только тем, кто работает в британской полупроводниковой индустрии. Крупная компания, занимающаяся разработкой и производством телекоммуникационного оборудования, стала одной из самых заметных жертв резкого падения спроса на этом рынке в 2001 году. Массовые увольнения, головокружительное снижение цен на акции и распродажа малых частей огромной компании в последние полтора года часто попадали на первые полосы европейской и американской прессы. В результате распада одно из производственных учреждений компании, «Marconi Optical Components» в Казвелле («Caswell Technology», Норсхемптоншир), стало собственностью «Bookham Technology», американского производителя интегрированных кремниевых систем. При переходе собственности из одних рук в другие только один единственный менеджер в «Caswell Technology» покинул свой пост. Остальные, как руководители, так и сотрудники более низкого ранга, продолжают делать то же, что и делали, без особых сожалений о смене названия компании. Так чем же занимаются лидеры «хай-тека» в начале XXI века?

Мне приходилось слышать, что компания, работающая с высокими технологиями, — это как университет, только все оборудование новейшее и зарплаты сотрудников в несколько раз выше. Услышав по радио интервью с американскими изобретателями из Силиконовой долины, я тоже представлял себе этих людей полными энтузиазма, энергии, брызжащими идеями об обновлении мира с помощью новейших технологий. Мне было очень интересно увидеть все это

своими глазами. И вот такой случай представился.

В «Caswell Technology» невозможно добраться без машины. Завод (это слово хочется поставить в кавычки: по нашим привычным представлениям, завод — огромное здание, где все в машинном масле, гудит и гремит, здесь же ничего похожего нет) расположен в живописном месте, посреди поля около маленькой речки. На лужайках скачут кролики. Ежи, которые в России — ночные пугливые животные, здесь посреди бела дня бродят не спеша по небольшому футбольному полю. Таблички при въезде на территорию, огороженную еле заметным заборчиком, поменяли. Нет больше «Маркони», есть «Букхам». Однако надписи на обложке журнала для посетителей и на значке, который выдают охранники на входе, заменить не стали: экономят.

Здания красивые и достаточно новые, со стеклянными стенами, невысокие, как везде в Англии. На входе в одно из них мы встретили Джона Дэвида, который ранее был сотрудником Шеффилдского университета, где разрабатывал полупроводниковые детекторы. (И сейчас, когда вы читаете эту статью, он снова работает в Шеффилде, а почему — об этом будет сказано ниже.) Он и пригласил нас посмотреть на работу в Казвелле и рассказать сотрудникам компании, что происходит у нас в Шеффилде. Особенный интерес у «Букхама» вызывают квантовые точки, в частности те, что выращены для создания лазеров, излучающих на 1,3 микрона (это одно из окон прозрачности оптоволокна).

Напомню читателю, что квантовые точки (quantum dots) в данном контексте — это крохотные (менее 20 нм)

островки полупроводника, выращенные в матрице из другого полупроводникового материала (InAs в GaAs, например). Островки самоорганизуются при росте кристалла благодаря напряженности в слоях разных материалов, возникающей из-за небольшой разницы в постоянной кристаллической решетки. Так, постоянная решетки InAs больше, чем GaAs, что и приводит к образованию этих, как принято говорить, нуль-мерных объектов. Квантовые точки обладают рядом весьма интересных свойств, что делает их очень привлекательными для применения на практике в различных полупроводниковых приборах. В данный момент, однако, такие приборы все еще находятся в стадии разработки и исследуются во многих лабораториях по всему миру. Замечу, что на одной из самых больших конференций по полупроводникам ICPS2002 (International Conference on Physics of Semiconductors), состоявшейся в Эдинбурге в августе 2002 года, квантовые точки стали самой заметной темой, как по количеству докладов, так и по количеству заинтересованных слушателей.

Однако вернемся в Казвелл. После наскоро выпитой чашки чая — быстрый тур по «test-area» (на русский это можно перевести как «отдел тестирования»). Шапочки, халаты, полиэтиленовые «галози» на ноги. Плотнo закрывающиеся двери. Очень дорогое и очень быстрое (до 50 гигагерц) тестирующее оборудование, выпускаемое компанией «Agilent», которая откололась от «Hewlett Packard». Оборудование исключительно просто в обращении: думаю, десятилетний ребенок сумел бы протестировать супербыстрые детекторы «Букхама» на этих установках. Все до предела автоматизировано. Тестируются целые «вэйферы» (круглые куски полупроводника с выращенной на них структурой), покрытые детекторами. Вижу сразу, что люди в test-area пребывают в каком-то сонном состоянии — раз в пять или десять минут переходят от ус-



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

тановки к установке и без особого азарта смотрят на плазменные экраны компьютеров. Очень умные машины выполняют быструю диагностику очень стандартных чипов, передвигая чип на заданное количество миллиметров и микрон в плоскости, чтобы коснуться сенсорами всех по очереди крохотных детекторов.

На этой стадии нашего визита замечаю следующее: дорогое оборудование есть. Выглядит не новым, конечно, но университету такое действительно не потянуть. Да и не нужно, наверное. Зато люди вовсе не исполнены энергии и похожи не на двигатели прогресса, а скорее на технический персонал, скучающий в ожидании следующего чемпионата мира по футболу.

Встреча с сотрудниками, которые хотели узнать о наших достижениях, произвела на меня странное впечатление. Люди слушали с интересом, присутствовал даже какой-то большой начальник, который во время обсуждения говорил спорные с точки зрения физики вещи. В течение беседы слушатели несколько раз неожиданно оживлялись на оброненную мною или моим коллегой вскользь фразу. Общим общением, но стратегический план компании находится в глубоком секрете — компания хочет что-то сделать на квантовых точках, но, конечно, никому не скажет, что именно. Судя по тем моментам, когда оживление слушателей достигало особого накала, — хотя они сделать какие-то детекторы. Впрочем, по моему мнению, им это удастся нескоро. Из Казвелла недавно уволился очень опытный специалист по выращиванию квантовых точек, который за целый год ни разу не получил возможности вырастить образец. Рост — это очень дорого. Рост не на продажу — для компании в настоящее время преступно дорого.

Долго потом водил нас Джон по всевозможным подразделениям завода. Показал огромное помещение, похожее на гараж и предназначенное для отгрузки готового товара. Пусто в нем. Стоит какая-то одинокая тележка. Кризис. Затем мы побывали в больших

«чистых» комнатах, где на гигантских, до восьми дюймов, «вэйферах» в реакторах растят слои полупроводников и тут же рядом их травят, пассивируют, металлизуют и т. д., превращая в маленькие детекторы, транзисторы и лазеры. Эти чипы потом тестируют, раскалывают на части, упаковывают в толстые куски металла, которые будут забирать тепло от крохотных полупроводниковых приборчиков, тем самым спасая их от теплового разрушения, снова тестируют и, наконец, отправляют заказчику.

Видели мы и несколько оптических лабораторий, где тестируют лазеры. Видели также маленькую комнатку, предназначенную, как я понял, для исследований. Странно было после полуторачасового обхода производственных площадей, на которых делают всего-то три-четыре различных полупроводниковых прибора, причем один из них производится без видимых изменений в технологии уже двадцать лет (это не опечатка!), все-таки увидеть некий намек на то, что компания среди прочего (то есть не «среды», а скорее в последнюю очередь) задумывается о будущем, о «прогрессе». Все же есть маленькая комнатка, где один или два сотрудника пробуют делать что-то не относящееся непосредственно к изготовлению товара.

Эта часть нашего визита приносит новые наблюдения. Оптические лаборатории оборудованы в целом хуже, чем в университете. Среди приборов есть очень старые. Заметно, что здесь экономят буквально на всем. Электронное тестирующее оборудование, впрочем, хорошее, дорогое и современное. Что-то из этого было бы неплохо иметь и в университетской лаборатории.

Мы потом долго разговаривали с Джоном (который, кстати, уже тогда собиравшись увольняться и возвращаться в университет) о том, как непросто заинтересовать руководство компании чем-либо новым. Любые запросы денег на исследования босс Джона должен направлять вышестоящему начальнику, тот — своему начальнику, начальник начальника — еще выше,

и, наконец, на самом верху решают, соответствует ли предложенное исследование стратегической концепции компании. Кроме того, очевидно, что только те инновационные предложения, которые целиком и полностью полагаются на уже существующие процедуры процессинга чипов и их тестирования, будут рассмотрены серьезно. Иначе говоря: стратегия компании, как и следовало ожидать, — превыше всего, а денег, как ни удивительно, нет.

Кстати, о деньгах. Никто, конечно, не говорил нам, сколько там платят. Точнее, не говорил, сколько платят лично ему. О других, особенно о молодых и начинающих, говорили. Что-то не похоже, чтобы здесь получали вдвое больше, чем в университетах. Самое главное, я не понял, зачем молодому человеку мучиться три года, чтобы получить PhD (кандидатскую) степень, а потом работать приложением к прибору ценою в 200 000 фунтов. А если его уговорят перейти работать в компанию еще до защиты, поманив двадцатью тысячами фунтов в год и пообещав, что диссертацию он допишет в выходные дни, то он ее, конечно, не допишет и за два года и останется на двадцати тысячах — это примерно на десять процентов больше той суммы, которую он получил бы в университете, дописав диссертацию за два месяца.

Уезжал я из Казвелла с ощущением, что «мой мир перевернулся». Компания, которая, как я предполагал, должна быть двигателем прогресса, нестись вперед семимильными шагами, опираясь на свои огромные финансовые возможности, поддерживать изобретательность в своих сотрудниках, оказалась крайне консервативным заведением, где изготавливают только те приборы, которые пользуются устойчивым спросом независимо от того, сколько лет этой успешной технологии; где все подчинено созданию положительного баланса и где экономят практически на всем. Даже на новых значках для посетителей.

Вывод из всего вышеописанного такой (думаю, он будет особенно интересен молодым специалистам): если вы полны энергии, хотите продвигать свои идеи, совершенствоваться, делать нечто интересное, то работа в крупной компании — не для вас. Особенно сейчас, когда старый советский лозунг «Экономика должна быть экономной» звучит для этих компаний зловеще актуально.

Борьба с гололедом



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Московская ассоциация организаций химического комплекса образована в 2000 году. Ее цель — координировать работу московских химических предприятий. Подробно о работе ассоциации можно было узнать на ее стенде на выставке «ХимЭкспо», прошедшей в Москве с 26 по 29 ноября прошлого года. Помимо основной работы ассоциация вместе с Управлением жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства решает важную задачу: заменяет техническую соль на новые противогололедные препараты. Вторую зиму улицы Москвы вместо рыжей соли поливают и посыпают более современными средствами (профессионалы называют их ПГМ — противогололедными материалами). Что это за ПГМ, рассказывает президент Московской ассоциации, представитель правительства Москвы по химическому комплексу города П.И.Соломко.

Замена технической соли на новые противогололедные препараты — практически первая задача, с которой ваша ассоциация начала свою деятельность. Почему именно с нее?

Соль, которой посыпали улицы, не имела никаких технических условий (так называемых ТУ). На практике это означает, что брали отвалы Березняковского и Соликамского химических комбинатов, привозили в Москву и от души посыпали улицы. Коль скоро соль получали из отвалов, то сколько там было химических примесей и просто грязи, никто не знает. Зато всем известно, что московская почва очень засолена, деревья по обочинам дорог засыхают, а те, которым удается пережить зиму, распускаются весной на две недели позже, чем остальные.

Первое, что мы сделали, — собрали экспертную комиссию: специалистов по охране окружающей среды, ботаников, материаловедов. Комиссия, в которую вошли представители МГУ (факультета почвоведения), Института растениеводства, Академии комму-

нального хозяйства и РосдортНИИ, написала и утвердила требования к документации противогололедных препаратов и перечень показателей, которые должны быть учтены при испытании этих веществ. Этими требованиями мы и руководствуемся второй год.

Какие препараты вы выбрали вместо технической соли?

Если их несколько, то по какому принципу их применяют?

Конечно, первыми были испытаны реагенты хлорной группы. Тот же хлорид натрия (NaCl) в чистом виде, не техническая смесь из отвалов, — прекрасный противогололедный препарат. Но дело в том, что ионы натрия очень вредны для растений. В отличие от животных организмов, которым нужны и натрий и калий, растения усваивают только калий, а ионы натрия для них элемент чужеродный. Даже небольшое превышение его концентрации в почве замедляет рост тонких корней и угнетает многие процессы жизнедеятельности растения. Ионы натрия плохо действуют и на почву — они разжижают почвенные коллоиды и нарушают почвенную структуру. Эти процессы усугубляются тем, что в отличие от многих других элементов натрий сорбируется почвой и вымывается не сразу. Гораздо в меньшей степени вредны ионы хлора. В больших концентрациях он, конечно, тоже токсикант для растений, однако растения поглощают его немного для своих нужд, а кроме того, он свободно вымывается в нижележащие слои. Кстати, в небольших концентрациях хлорид-ионы могут быть даже полезны, поскольку подавляют рост микроорганизмов. Поскольку хлорид натрия применяли много лет, натрия в почве накопилось много, и мы пока отказались от него.

Второй известный реагент — хлорид кальция (CaCl_2). Кальций очень «биоγενный», как говорят ученые, элемент для растений и положительно действует на все почвенные процессы. Более того, у нас такой тип почвы, что растения испытывают постоянный дефицит в нем. Чтобы ощутить

какое-то негативное влияние, надо добавлять больше 2 тонн на гектар! Третий хлорид, годный к применению, это хлористый магний ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). В небольших количествах магний растениям очень полезен, в почвах всегда его большой дефицит. Правда, если его накопится много и дороги расположены недалеко от водоемов, то, вымываясь в воду, магний вызовет бурный рост водорослей, поэтому применять его надо с осторожностью. Мы испытали препараты на основе этих солей, причем исходное сырье было разного производства и соответственно имело разные примеси. Хлоридами кальция и магния посыпали московские улицы еще в прошлом году.

Следующими испытывали препараты ацетатной группы, то есть соли уксусной кислоты. Первым был ацетат аммония ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$). Это оказался очень чистый и хороший препарат, в три раза эффективнее, чем соли хлора. Прошлой зимой его также применяли, но при разложении он дает запах аммиака и уксуса, — это неприятно, а для страдающих аллергией может быть и вредно. К сожалению, от него пришлось отказаться. Следующий препарат — на основе ацетата калия («Нордикс») — тоже показал неплохие результаты: был в два раза эффективнее, чем CaCl_2 , и соответствовал всем требованиям нашей комиссии. Вместе с тем он и не пахнет так, как аммониевая соль. Что касается растений, то он еще безопаснее, чем хлориды кальция и магния. Калий растениям полезен, а уксусная кислота абсолютно безвредна и быстро разлагается.

Итак, в прошлом году мы отобрали и начали применять два препарата хлорной группы (магниевую и кальциевую соль) и два препарата ацетатной группы (аммониевую и калиевую соль уксусной кислоты). В этом году из ацетатных препаратов остались только калиевый, но сейчас испытания проходят еще один. Это смесь ацетатов кальция и магния, которая получается при добавлении уксусной кислоты к доломиту ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$).



На это средство мы возлагаем большие надежды. Препарат весьма эффективен, и, кроме того, после разбавления снегом его следы в почве практически не обнаруживаются. Новый ацетатный смесевый противогололедный препарат будет у нас и в жидком и в гранулированном виде. Нынешней зимой мы также испытываем композицию ХКНМ — смесь хлористых кальция, натрия и магния в пропорциях, которые сейчас варьируем, чтобы подобрать оптимальную.

Итак, в этом году жилищно-коммунальные службы Москвы используют CaCl_2 , жидкий и твердый (гранулированный), MgCl_2 в твердом виде, ацетат калия жидкий. В ближайшей перспективе — смесь ацетатов кальция и магния в жидком и твердом виде и ХКНМ. Конечно, противогололедные препараты — это не просто растворы солей. В них обязательно добавляют ингибиторы, стабилизаторы, буферы. Количество добавок строго контролируют, так что качество препарата зависит не только от чистоты исходного сырья, но и от этих добавок, то есть ноу-хау, которое наши специалисты запатентовали в рекордно короткие сроки.

По какому принципу выбирают препарат? Мы разделили Москву на территории и на каждой будем чередовать средства обработки: если в этом году применяли магний, то на следующий — кальций, а потом, например, ацетат калия. Специалисты говорят, что это наиболее щадящий режим для почвы. Все препараты действуют в широком диапазоне температур, значит, годится любой. Если речь идет о жидких средствах, то все зависит от концентрации: чем теплее, тем меньше препарата нужно, поэтому при изменении температуры можно регулировать его количество. Конечно, в сильные морозы нужны большие концентрации, для этого и созданы твердые гранулированные средства. Но есть еще одно очень важное обстоятельство — толщина снега. Если снега нет вообще, а мороз сильный, то сыпать твердые гранулы на дорогу нельзя. Машины вдавят их в верхний

слой асфальта, в котором всегда есть замерзшая вода, и соль будет разрушать дорожное покрытие. Твердые средства применяют, только если снег толще 2 сантиметров. Тогда они вдавливаются в снег и расплавляют его.

Конечно, внедрение новых препаратов не обходится без накладок и связано с множеством проблем. Например, пришлось менять парк поливальных машин, которые обрабатывают улицы этими препаратами. Новые машины имеют бортовые компьютеры, которые позволяют точно дозировать вещество. Поскольку препараты надо где-то хранить, то построили резервуары объемом 120 000 м³ (с перемешиванием и контролем качества), склады, точки розничной торговли.

Надеемся, что скоро нашим опытом смогут воспользоваться Санкт-Петербург, Уфа, Оренбург, Волгоград. Эти препараты начинают также закупать аэродромы.

Как справляются со снегом в других северных странах? Применяют ли там выбранные вами препараты?

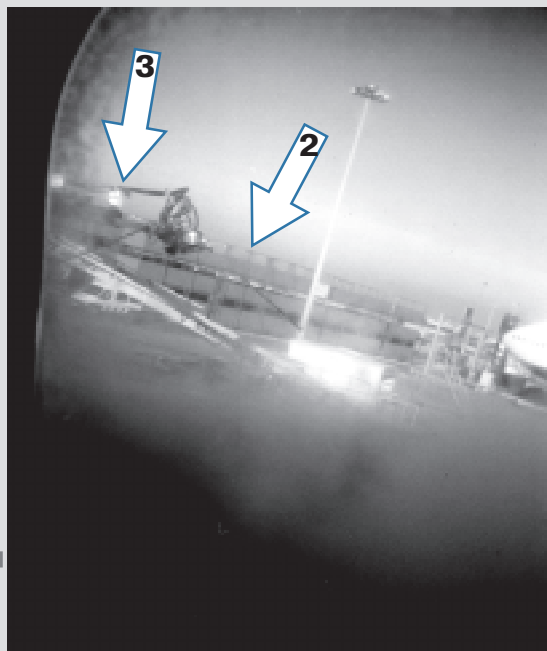
Некоторые страны используют гранитную крошку. У нас это невозможно, поскольку ее потом нужно собирать, отмывать и использовать снова, а если этого не делать, то забиваются водостоки, и чистить их потом дороже, чем купить на всю зиму ПГМ. Я считаю, что это не лучший вариант, поскольку, перемешиваясь со снегом, она рано или поздно все равно становится скользкой. Запас гранитной крошки дорожные службы накапливают только рядом с мостами. Если вдруг ожидается резкое похолодание и оледенение, то рядом дежурят специальные службы, которые разбрасывают крошку вручную.

Некоторые страны применяют ацетатные соли (калия, кальция, магния), хлорид кальция (его много производят в Финляндии и Китае), смеси хлоридов кальция и магния, смеси хлоридов кальция и натрия. Для каждой страны выбор определяется тем, какие вещества есть в избытке под рукой.

Нам, например, удобнее использовать кальциевые соли, поскольку в отвалах содового производства скопились так называемые белые моря — смеси CaCl_2 и NaCl . Конечно, кальциевые соли мы можем брать не только из отходов содовых производств. Второй по дешевизне хлорид кальция получается из гашеной извести и взятой из технологического процесса обгазной соляной кислоты. Самый дорогой хлорид кальция выпускает новая линия, пущенная в Волгограде. В этом году мы собирали всех производителей, у кого есть нужные для нас отходы, и договаривались с ними о поставках. Есть и более дешевый вариант — природные месторождения, например бишофит ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Однако природные соли не всегда подходят по качеству. Например, в волгоградском бишофите слишком много брома и бора, а чистить его дорого. Месторождения чистого бишофита есть в Туркмении — производство там пока не налажено, но это был бы самый дешевый вариант. Препараты на основе ацетатов в наших условиях дороже — уксусную кислоту производят только на Невинномысском заводе. Но поскольку ацетаты, как мы уже говорили, в три раза эффективнее, чем хлориды, мы их применять все равно будем. Вообще-то, когда процесс выйдет на стационарный режим, новые противогололедные препараты будут обходиться не намного дороже, чем прежде — техническая соль.

В газетах были сообщения, что в этом году дороги перед применением ПГМ мыли шампунем, так ли это?

Для того чтобы препараты работали эффективнее, дороги должны быть чистыми. А у нас они не только в грязи, но и в машинном масле, которое туда выливается в изрядном количестве. Если ПГМ попадает на масло, а не на воду, то получается не вполне ожидаемый эффект. По предложению нашей ассоциации ученые разработали моющее средство «Чистодор», которого нужно очень немного — всего пять литров на цистерну воды. Мы



предложили мыть этим средством дороги не перед каждым применением ПГМ, а один раз осенью и потом весной, чтобы смыть зимнюю грязь.

Газеты еще писали, что после первой же зимы с новыми препаратами, растения почувствовали себя лучше. Разве это могло произойти за такое короткое время?

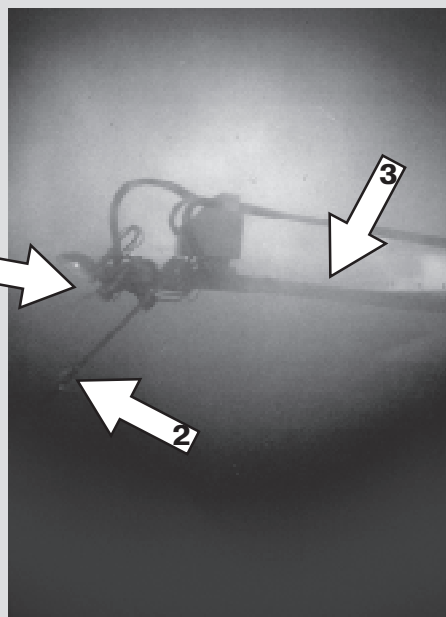
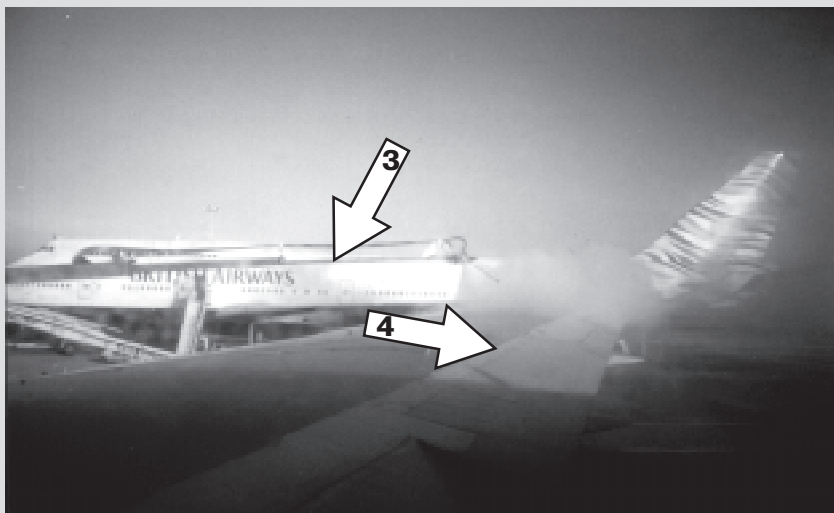
Действительно, уже весной засоленность почвы уменьшилась на 10%, а осенью после дождей еще на 10% — итого за год мы получили 20%. Я считаю, что если и дальше сохранится такая же динамика, то через четыре года NaCl можно будет немного использовать снова, в комбинации с другими солями. Кстати, в других странах хлорид натрия тоже применяют, это нормальная практика.

Кроме того, наши специалисты наблюдали за деревьями и исследовали их корневую систему. Многие деревья, казавшиеся мертвыми, ожили и дали почки. Прошлые годы в Москве вырубали в год по 6000 деревьев, а в этом году всего 600. Теперь хотим попробовать промывать корни специальными питательными смесями, но это уже другая тема.

PS: Следующая серьезная задача, в решении которой участвует Московская ассоциация организаций химического комплекса, — перевод автотранспорта в городе на более безопасные для окружающей среды виды топлива: на пропан-бутановую смесь и диметиловый эфир. В далекой перспективе «водородный двигатель». Опытные образцы автобуса и мини-грузовика, возможно, будут готовы уже к осени.

Интервью брала
В.Благутина

Вылет задерживается



ввиду обледенения крыльев самолета. Место действия — Лондон, аэропорт Хитроу. К самолету подъезжает что-то вроде металлического тарантула, вставшего на задние ноги. На длинной тонкой шее — фара (1), похожая на глаз, и два тонких уса (2), чтобы не стукаться о самолет. Шея (3) вытягивается, морда с фарой и усами мотается из стороны в сторону, как бы принохиваясь, приближается к крылу, и — «пссс...» — из-под фары вырывается струя капель антиобледенительной жидкости (4). И так восемь раз. Проходит полчаса — крыло чистое, объявлен вылет.

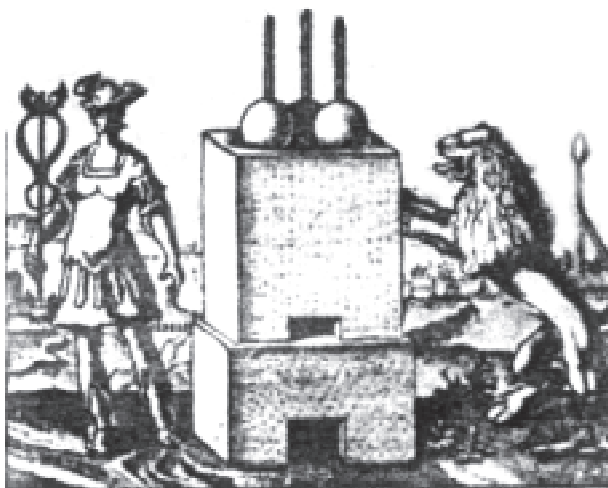
Судьба одного лекарства

В.Благутина

Это не реклама. Лекарство, о котором пойдет речь, купить невозможно, так как его больше не производят, а ученых, его сделавших, уже нет в живых.

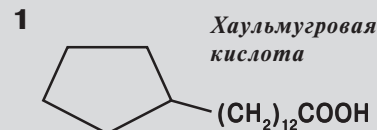
Автор этого изобретения работала с академиком Н.Д.Зелинским больше 20 лет. Сначала в качестве личного ассистента, потом — доцента и старшего научного сотрудника. Людмила Сергеевна Бондарь закончила химический факультет Высшего технического училища в Штутгарте. В начале 40-х годов она начала работать с производными пентаметилена, обратив внимание на то, что они сильно замедляют рост туберкулезных бактерий. Потом долгое время по известным причинам вести научную работу было практически невозможно, а после войны партия поставила задачу сделать ранозаживляющий препарат. В 1951 году Л.С.Бондарь перешла в Институт органической химии АН СССР, чтобы завершить приближающееся к концу исследование. Соединение, синтезированное ею и запатентованное в 1958 году, показало противотуберкулезную активность, но только *in vitro*. А *in vivo* главным его свойством оказалось то, что в его присутствии почти в два раза быстрее заживали все раны, в том числе ожоги и трофические язвы.

Теперь уже не у кого спросить, как рассуждали ученые, почему искали именно среди изопреноидов и родственных им поверхностно-активных производных высших жирных кислот. Действительно, многие из этих соединений показывают очень высокую биологическую активность, и последние 40–50 лет многие химики ищут биологически активные вещества именно там. Например, известно, что немного похожее вещество (правда, не изопреноид) — хаульмугровая (чаульмугровая) кислота (рис. 1) — один из активных компонентов хаульмугрового масла, которым лечат проказу.



Общий признак таких веществ — достаточно длинная углеводородная цепь изопреноидного типа и полярная функциональная группа, которая, видимо, повышает растворимость этих веществ и тем самым облегчает проникновение в ткани организма. Среди лекарств, принадлежащих к этому классу, есть противоязвенные, противораковые. Синтезированное в ИОХе ранозаживляющее вещество (рис. 2) авторы назвали цигерол.

Найти активное вещество — это только начало большого пути. Потом надо проверить, достаточно ли оно активно, безвредно ли, найти удобную лекарственную форму и, наконец, разработать наиболее технологичный путь для синтеза в промышленности. На это уходят годы, а то и десятилетия, и многие ученые даже не начинают этот мучительный путь. Цигеролу повезло — им занялся пришедший в лабораторию в 1952 году после окончания Московского института тонкой химической технологии Ростан Александрович Окунев. Человек фантастической химической эрудиции, аккуратный и дошный, Ростан Александрович положил всю жизнь на внедрение цигерола. Тот, кто работает в этой области, знает, как трудно было пробиться через Фармакологический комитет и довести разработку до завода и аптеки. В 1959 году цигерол успешно прошел все стадии клинических испытаний, был разрешен к применению и запущен в производство. Получали его довольно просто, в четыре технологически несложных стадии,



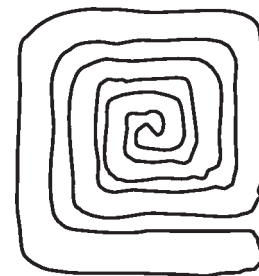
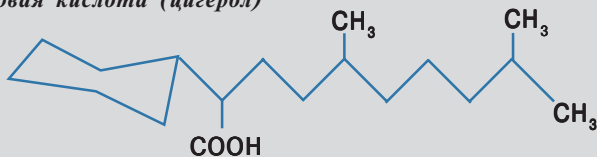
а сырьем для него служил природный линалоол (душистое вещество, содержащееся во многих растениях, которое получали в то время из технических эфирномасличных культур).

За двадцать лет (60–80-е годы) цигерол изучили довольно хорошо. Его испытывали во многих городах, клиниках, в разных областях медицины. Препарат пробовали применять не только хирурги при операциях и лечении травм, но и специалисты по ожогам, гинекологи. Авторы всех опубликованных научных статей и даже монографий единодушны: препарат очень удачный, в то время практически единственный в своем роде. Он не только быстро заживляет раны, но и препятствует их воспалению, то есть убивает бактерии.

К сожалению, медики и биохимики совершенно по-разному подходят к исследованию препарата. Поэтому вся научная литература, опубликованная по этому поводу (включая монографию Государственного медицинского института Ростова-на-Дону, изданную в 1971 году), содержит подробное описание того, насколько быстрее и легче заживают раны с этим препаратом, но не объясняет, почему это происходит. Врачи аккуратно формировали контрольные группы, смотрели под микроскопом, как и какой образуется эпителий, сравнивали, как быстро затягиваются раны с цигеролом и без него и насколько зрелая формируется ткань. Но на каком этапе образования эпителия подключается цигерол, а главное, почему он помогает ране не нагнаиваться — это у врачей оставалось «за кадром». Тем не менее факты впечатляют.

Врачи медицинского университета Ростова-на-Дону в течение нескольких лет исследовали, как заживают при обработке цигеролом порезы, кожно-мышечные раны и ожоги 2-й и 3-й степени. Во всех случаях они констатировали, что заживление с цигеролом почти всегда идет в два раза быстрее, чем в контроле. Новый эпителий образуется быстрее, а потом дифференцируется лучше. С ожогами все происходит так же (наблюдение над

2-DL(±)-5,9-диметил-2-циклогексил-4,8-декадиеновая кислота (цигерол)



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

210 больными): площадь раны при применении цигерола уменьшается быстрее, чем с обычной асептической повязкой, грануляционная ткань и покрывающий ее эпителий развиваются и созревают в более короткие сроки, быстрее отторгается струп, покрывающий рану. Более того, выяснилось, что при использовании цигерола уменьшается воспаление в ране, а часто оно не появляется совсем. Патогенные бактерии присутствуют в ране практически всегда (в 77% случаев), даже при чистых операциях. А если операция длится больше трех часов, то бактерии там обнаружатся в 100% случаев. Примерно 3% таких ран начинают гноиться, а если перед тем, как зашить рану, обработать ее цигеролом, то процент нагноений снижается более чем в 3 раза.

Бактериологическую активность цигерола исследовали в Первом Московском медицинском институте. Оказалось, что цигерол убивает довольно много разных бактерий, например не только туберкулезную палочку, но и кокки, кишечную палочку.

И совсем чудесный факт: цигерол подействовал там, где уже ничего не помогало. Например, при трофических язвах, с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, когда ткани уже не способны восстанавливаться. Есть данные, что цигеролом лечили больных с трофическими язвами, которые не удавалось вылечить 35 лет! Результат — полное заживление в 53% случаев, а в 23% — существенное улучшение (есть еще более эффективные данные других клинических испытаний: полное выздоровление при длительных трофических язвах зафиксировали в 69% случаев). Врачи отметили, что препарат работает хорошо, когда в язве или ране есть очень агрессивные бактерии (золотистый стафилококк), или после радиационных ожогов. Особенное внимание все обратили на то, что после лечения цигеролом практически не остается рубцов. Хирурги единодушно рекомендовали этот препарат.

Несмотря на свою активность, цигерол абсолютно безвреден и не дает

осложнений. Данные Института фармакологии и химиотерапии АМН СССР — доза до 12,5 г/кг у животных не вызвала вообще никакой реакции. В общем, вместо рассказа о препарате какой-то рекламный проспект получается. Но больше добавить, по-видимому, ничего не удастся. Механизм заживляющего действия (то, что нас интересовало больше всего) не только цигерола, но и других фармакологически активных изопреноидов изучен еще недостаточно. Есть предположения, что эти препараты нормализуют уровень двух видов простагландинов (PGI_1 и PGE_2) в поврежденных тканях (снижают давление, препятствуют образованию тромбов и стимулируют иммунитет). Единственно, что известно точно: они, в частности цигерол, ускоряют рост фибробластов (клеток соединительной ткани), и эти новые фибробласты содержат больше РНК (то есть и синтетическая активность у этих фибробластов, очевидно, повышена). В эпителии подопытных животных, которых лечили цигеролом, отмечали повышенное содержание гликогена и рибонуклеопротеидов, которые могли бы служить энергетическим материалом для восстановления клеток.

Цигерол производили в основном на ленинградском заводе «Фармакон». В аптеках его продавали в виде чистого активного вещества, из которого можно было по заказу приготовить 5%-ную или 25%-ную мазь — ее чаще всего прописывали молодым мамам для смазывания трещин на сосках. Еще совсем недавно можно было купить крем для рук «Зодиак» с добавлением цигерола (сейчас его тоже выпускают, но без цигерола), который при стоимости 30 копеек был гораздо лучше любого импортного средства. В 70-х годах препарат запатентовали в Англии, США, Франции и Швейцарии. А потом, в 1991 году, наши заводы выпуск цигерола прекратили. Говорят, природное сырье дорого. Может, так оно и есть, только для производства цигерола можно использовать и синтетический линалоол, полупродукт синтеза витамина А, который гораз-

до дешевле, чем природный. Более того, в Институте органического синтеза еще в 80-х годах придумали еще более технологичный и простой синтез цигерола, с меньшим количеством стадий.

До сентября 2002 года, пока был жив Р.А.Окунев, он до последнего момента по просьбам друзей или даже незнакомых людей делал в лаборатории мазь и в баночках раздавал страждущим. За свою большую жизнь в химии Ростан Александрович сделал еще один медицинский препарат — метапрогерол. Говорят, он буквально на глазах заживляет рубцы в сердечной мышце при инфаркте. Судьба этого лекарства сложилась еще печальнее. Лабораторный образец показал замечательные результаты, до сих пор, насколько нам известно, жив врач, выздоровевший после инфаркта благодаря метапрогеролу. А вот промышленный образец к клиническим испытаниям не допустили, так как в больших количествах его не удалось сделать таким же чистым, как в лаборатории.

Наверное, таких историй про лекарства у нас можно найти великое множество. Далеко ходить не надо — в соседней лаборатории того же ИОХа О.В.Лебедев придумал и запатентовал очень эффективный транквилизатор, бесполезный для самоубийц и безвредный для организма. Лекарство производят и даже продают, но только в Латвии, к нам оно не поступает. Правда, есть «иоховские» препараты и с более счастливой судьбой — например, знаменитый бальзам Шостаковского. Но когда все складывается так, как с цигеролом, то очень жаль, что теряются с таким трудом добытые знания, на которые люди потратили жизнь.

P.S. В Институте органической химии РАН еще есть энтузиасты, борющиеся за возобновление производства цигерола. Связаться с ними можно по телефону 938-36-46 или с помощью электронной почты bbsm@ioc.ac.ru, Б.Б.Смирнов.

Наш журнал многократно на протяжении нескольких десятилетий публиковал статьи известных ученых по проблемам эволюционизма. И в центре внимания, как ни крути, оказывались извечные, «проклятые» вопросы биологии: наследуются ли так называемые благоприобретенные признаки? Не был ли Ламарк в чем-то прав? Или все-таки не прав? Насколько справедлива схема Ф.Крика, допускающая лишь однонаправленный поток информации от ДНК к белку (так называемая центральная догма биологии)?

В последние годы учеными разных стран накоплены данные, которые могут стать основой если не для принципиального переосмысления устоявшихся положений, то, во вся-

ком случае, для продуктивной дискуссии по основным вопросам теоретической биологии. Вот мы и подумали: а почему бы и сегодня на страницах «Химии и жизни» не дать высказаться тем авторам,

кому есть что сказать на эту тему?

В общем, дискуссия. И наверняка не на один номер нашего журнала. Поэтому приглашаем поучаствовать в ней всех, кто располагает конкретными фактами и способностью к их анализу. Некий заочный круглый стол рыцарей биологии. Темы:

«За счет каких механизмов идет прогрессивная эволюция?», «Наследуются ли приобретенные признаки, и если да, то как?», «Возможно ли существование обратной связи в системе «ген — признак»? И вообще, что такое наследственность, между прочим?»

А в качестве «затравки» предлагаем перевод ранее опубликованной в журнале «Trends in Biochemical Sciences» (1998, № 8) статьи историка науки Д.Тиффри о центральной догме молекулярной биологии, комментарий к этой публикации обозревателя «Химии и жизни» Л.И.Верховского, а также статью нашего давнего автора и друга В.В.Велькова.



Сорок лет центральной догмы

Денис Тиффри,
Берлинский институт истории науки имени Макса Планка

В 1958 году Фрэнсис Крик опубликовал статью «О синтезе белков», в которой сформулировал утверждение, названное им самим центральной догмой молекулярной биологии: информация может идти от нуклеиновых кислот к белкам, но не от белков к белкам и не от белков к нуклеиновым кислотам. «Как только информация передается белкам, она уже не может выйти оттуда».

Термин «информация» в 50-е годы биологи стали широко использовать как синоним специфичности. Был сделан вывод, что только РНК и ДНК обладают достаточно сложным строением, чтобы обеспечить специфичный матричный синтез белков. Крик в своей статье уже говорил об информации как об определенной последовательности мономеров.

Там же он отметил, что экспериментальные обоснования догмы пока

фактически отсутствуют, а позднее (в интервью 1975 года) выразил сожаление, что выбрал название «центральная догма»: ведь слово «догма» у многих вызывает протест. Лучше было бы, сказал он, назвать утверждение главной гипотезой, однако тогда его, Крика, привлекло более звучное выражение.

Взгляды Крика, по его воспоминаниям, отражает рисунок (хотя он не был приведен в статье), где сплошные стрелки показывают наиболее вероятные потоки информации, а пунктирные — не запрещенные в принципе; стрелка от ДНК к ДНК означает репликацию молекулы (см. схему). Как видим, стрелки не выходят только от белков. Можно сказать, что Крик развил и довел до логического завер-

шения геноцентричную концепцию, возникшую еще в 20-е годы; до того времени в биохимии господствовал протеиноцентричный взгляд, согласно которому новые белки определяются более старыми, а те — еще более старыми и так до бесконечности.

В той же статье Крик впервые привел список двадцати стандартных аминокислот и высказал соображения, что последовательностью оснований ДНК кодируется порядок аминокислот в белковой цепи, который, в свою очередь, определяет трехмерную структуру белка. Кроме того, он предложил гипотезу о наличии адапторов, то есть молекул, играющих роль связующих звеньев между нуклеотидными и полипептидными цепями при синтезе белка на рибосоме.

Таким образом, он выдвинул много важных положений, большинство из которых оказались верными, и они сыграли эвристическую роль в 60-е годы, когда был расшифрован генетический код и раскрыты механизмы биосинтеза белка. В ходе исследований удалось выявить различные молекулы, участвующие в этом процессе (информационные и транспортные РНК, необходимые ферменты), и в реальности все оказалось значительно сложнее, чем вначале предполагал Крик.

На его статью часто ссылались (хотя, конечно, реже, чем на знаменитую работу Уотсона и Крика 1953 года о двойной спирали ДНК). Быстро растущее сообщество молекулярных биологов успешно распространяло центральную догму, выражаемую в терминах транскрипции и трансляции. Она ясно формулировалась и легко усваивалась, чему способствовал известный учебник Дж. Уотсона 1965 года «Молекулярная биология гена», имевший затем много переизданий.

Догма оказала большое влияние на формирование нового стиля биологического мышления, превратившись в своеобразный символ веры. Но и в 60-е годы, и позднее ее подвергали серьезной критике, поскольку постепенно стали накапливаться факты, которые плохо укладывались в предложенную схему.

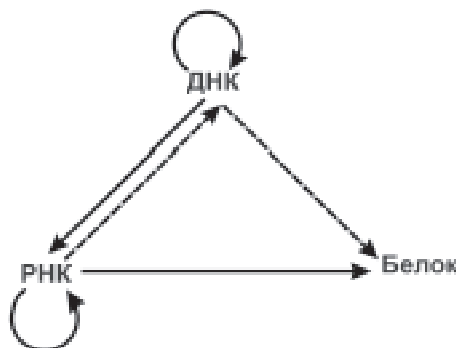
Сначала обнаружили, что у некоторых вирусов наследственную информацию несет не ДНК, а РНК; удалось выделить фермент, который осуществляет синтез ДНК на РНКовой матрице. Значит, информация может идти от РНК к ДНК, однако путь информации от белка к нуклеиновым кислотам по-прежнему оставался закрытым. В 1970 году Крик писал, что этот запрет продолжает сохранять

свое значение и что его снятие пошатнуло бы все воздвигнутое здание молекулярной биологии. Все же некоторые ученые пытались поставить его под сомнение.

Так, отдельные биохимики отвергли привилегию нуклеиновых кислот быть единственным хранителем наследственной информации. Основываясь на данных о том, что ферменты, участвующие в транскрипции и трансляции, влияют на эти процессы, они ввели в схему дополнительные стрелки — фактически замкнули контур обратной связи, обеспечивающий перенос информации от белков к РНК и ДНК. Но их точка зрения не привлекла большого внимания.

В 70-е годы молекулярные биологи начали работать с эукариотами, то есть многоклеточными (ранее они имели дело почти исключительно с бактериями) и обнаружили кое-что удивительное. Самым большим сюрпризом стало открытие прерывистости генов — в них кодирующие участки (экзоны) чередовались с бессмысленными (интронами). После транскрипции из РНК вырезались незначительные участки и соединялись концы значащих (явление, получившее название «сплайсинг»). Значит, последовательность аминокислот в белке кодируется прерывистой цепью нуклеотидов ДНК, и для получения определенной матричной РНК (мРНК) необходимы управляющие сигналы от белков, РНК или каких-то других молекул.

Следующей неожиданностью стал альтернативный сплайсинг, когда из одного и того же продукта транскрипции могут возникать разные мРНК, что приводит к функциональной неоднозначности гена. В 1978 году У. Гилберт из Гарварда (двумя годами позже получивший Нобелевскую премию за разработку методов секвенирования ДНК) обратил внимание на то, что экзонам часто соответствуют структурные блоки белковых глобул (домены). Он предположил, что клетка умеет управлять комбинаторикой доменов, то есть в зависимости от потребности она способна направленно изменять набор экзонов и порядок их соединения.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Кроме того, в конце 80-х годов стали известны и другие виды возможных модификаций молекул РНК, получающихся в результате транскрипции. Например, в РНК, считанных с митохондриальной ДНК, происходят замены, вставки и исключения оснований; в результате появляются белки, для которых нет точно соответствующих им генов. Такие факты подрывают исходный тезис Крика о том, что ДНК напрямую кодирует белок.

Но самый серьезный вызов догме бросили данные об эпигенетической наследственности, полученные на различных организмах. Это понятие означает, что часть наследственной информации заключена не в последовательности оснований ДНК, а в других факторах — например, в распределении метилированных оснований ДНК (измененные таким способом участки ДНК становятся транскрипционно неактивными).

Дело в том, что в клетках каждого типа многоклеточного организма экспрессируется только малая часть генома, и, значит, нужна информация о том, какие именно гены должны быть активны. Кроме распределения метилированных участков, она может сохраняться также в конформации хроматина (который бывает плотным и разрыхленным, что определяет разную доступность тех или иных генов для ферментов, проводящих транскрипцию), в цитоплазматических факторах, управляющих считыванием генов и белковым синтезом.

Важно, что эти признаки способны сохраняться при делении клеток, то есть они действительно несут дополнительную эпигенетическую, или надгенетическую, наследственную информацию. Иначе говоря, она заключена не только в последовательности нуклеотидов, но и в специфической конформации макромолекул и их комплексов, в регуляторных системах клетки — там возникают новые уровни ее хранения. Всего этого не учитывает центральная догма.

Сейчас Крик считает, что, хотя из нее действительно есть исключения, она и через сорок лет после ее фор-

мулировки остается одним из крайугольных камней молекулярной биологии. Учебники продолжают по инерции излагать его схему, не показывая всего, что в нее не укладывается.

Догма отрицает обратную связь и приводит к упрощениям, искажающим истинное положение дел. Она пришла в противоречие с многими фактами и должна быть заменена более взвешенной и полной картиной.

Сокращенный перевод с английского
Л.Верховского

Пьеса для механического пианино

Ничто так не заразительно, как заблуждение, поддерживаемое громким именем.

Ж.Бюффон

В 70–80-е годы на страницах «Химии и жизни» шел интенсивный обмен мнениями по проблемам биологической эволюции, в котором принял участие и автор этих строк. Поскольку моя тогдашняя гипотеза (1984, № 2) затрагивала и центральную догму, мне захотелось дополнить статью Д.Тиффри, так сказать, примечаниями переводчика. Но начну издаека.

В прошлом году Нобелевской премии по экономике удостоили психолога из Принстонского университета Дэниела Канемана, который развивает теорию о том, что экономическое поведение людей в условиях неопределенности в большой степени иррационально. В таких ситуациях они обычно применяют какие-то слишком простые, даже примитивные схемы, мало задумываясь об их соответствии действительности.

При работе над сложными и нерешенными научными проблемами часто происходит что-то похожее. Видимо, и там, и там действует некий принцип экономии мышления, когда наиболее популярной становится упрощенная точка зрения, которую обычно подкрепляют ссылкой на мне-



Л.Верховский

ние знаменитости. Ученый, прославившийся крупным достижением в какой-либо области, становится непогрешимым авторитетом и во многих других областях, даже весьма далеких от той, где ему сопутствовал успех.

Через несколько лет после открытия структуры ДНК (в 1953 году) Крик сформулировал свою центральную догму. Эта идея возникла у него и Уотсона несколько раньше — в «Двойной спирали» Уотсон писал, что в 1952 году он повесил на стене листок бумаги с надписью: «ДНК ⊗ РНК ⊗ белок». В то время, занимаясь вполне конкретной проблемой, они, вероятно, не задумывались над тем, что их схема затрагивает не только процесс синтеза белков, но и самую суть биологии — пути передачи информации внутри клетки и организма и возмож-

ность (или невозможность?) влияния внешней среды на наследственность.

Центральная догма стала выражением на молекулярном уровне основных положений сформировавшейся в 30–40-е годы прошлого столетия синтетической теории эволюции (СТЭ), которая сводит движущие силы развития живого в основном к мутациям и естественному отбору. (Конечно, она учитывает и другие факторы эволюции — борьбу за существование, изоляцию, дрейф генов, популяционные волны.) При этом СТЭ допускает влияние внешней среды на мутагенез и, значит, полностью генотип от нее не изолирует. Однако рассматривает такое влияние не как направленный и адаптивный (приспособительный) процесс, а как хаотический, то есть отводит ему роль случайного шума. Можно сказать, что СТЭ отрицает обратную связь, иными словами «запрещает» поток информации к генетическому аппарату.

Интересно, что в 1948 году вышла книга отца кибернетики Норберта Винера «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине». Как убедительно доказал Винер, именно обратная связь позволяет эффективно управлять любыми сложными процессами. А вот клетка, организм, согласно центральной догме и СТЭ, лишены ее. Но если нет передачи информации от фенотипа к генотипу, то вся прогрессивная эволюция превращается в случайный поиск, в слепой перебор вариантов, а никакая высокоорганизованная система таким путем не развивается. Как говорил о подобных теориях случайного перебора классик эмбриологии Ганс Дриш, «они строят дома посредством бросания камней».

Современная молекулярная и клеточная биология накопила достаточно данных, позволяющих рассматривать возможные механизмы влияния белков на ДНК, фенотипа на генотип. Так, блочные и соответствующие друг другу структуры белков и генов делают принципиально допустимым направленное конструирование клеткой нового белка с одновременной подстройкой системы его синтеза. Или, скажем, показана способность малых двухцепочечных молекул РНК легко переходить из одной клетки в другую, где они выключают определенные гены; при этом они как будто проникают и в половые клетки.

Однако попытки рассмотреть передачу информации к геному, к ДНК, обычно расценивают как стремление возродить отвергнутый генетикой лamarкизм. У нас в стране из-за извест-

ных трагических событий в истории отечественной биологии этот вопрос до сих пор остается болезненным — признать за лысенковцами хотя бы частичную правоту многим ученым кажется кощунством (в англоязычном мире центральная догма хорошо вписывается в широко распространенную там философию позитивизма, пренебрегающую общебиологическими проблемами).

Но если факты требуют изменения парадигмы, то их все же придется сделать, и сдвиги в мышлении эволюционистов уже происходят. Известный французский биолог П.Грассе образно выражает их так: «В классической генетике хромосомной ДНК можно сопоставить перфокарту, которую вводят в механическое пиани-

но, чтобы извлечь из него определенную мелодию. Согласно же новой концепции, отрезки ДНК соответствуют клавишам пианино, с помощью которых исполнитель, то есть организм, сам создает свою музыку».

В историко-научном плане эти вопросы освещены в книге нашего постоянного автора доктора биологических наук М.Д.Голубовского «Век генетики: эволюция идей и понятий» (СПб.: Борей Арт, 2000). И только что издательство «Мир» выпустило русский перевод книги австралийских авторов «Что, если Ламарк прав? Иммуногенетика и эволюция». Судя по всему, эта тема снова выходит на первый план, и редакция выбрала очень подходящий момент для возобновления дискуссии.



Не надо ломать деревянные копыта об алмазную твердь центральной догмы!

Кандидат биологических наук

В.В.Вельков,

Институт биохимии и физиологии
микроорганизмов РАН, Пушкино-на-Оке

О строении и функционировании генов и геномов теперь известно много, но вот четких научных данных, говорящих в пользу того, что информация, определяющая последовательность аминокислот в белках, может передаваться от белков в гены, не было и нет. И никогда не будет!

Есть в теории и практике демагогии прием бесчестной компрометации: он называется «подмена тезиса». Тезису, который надо скомпрометировать, преднамеренно приписывают формально схожее, но на самом деле умышленно ложное и весьма часто расширительное утверждение. Которое потом справедливо и критикуется. Знакомо!

Да разве же Ф.Крик утверждал, что белки не могут нести информацию о регулировании экспрессии ДНК и РНК (при транскрипции и трансляции)?! Или он говорил, что белки не могут вызывать эпигенетическую модификацию генов, не меняя, впрочем, их нуклеотидной последовательности? Или он говорил, что информация, содержащаяся в разных участках ДНК, не может (после ее транскрипции) по-разному объединяться (альтернативный сплайсинг)? Или при альтернативном сплайсинге информация об аминокислотных последовательностях белков передается в экзоны?.. Красиво, да? Красиво.

А почему бы не поставить Ф.Крику в качестве лыка в строку, что он не сказал, что большая часть эукариотной ДНК вообще не несет никакой информации, которая была бы направлена к РНК, а затем к белкам? И что он не предвидел обратной транскрипции, направляющей информацию от РНК в ДНК (это характерно для ретровирусов и для многих мобильных генетических элементов?)

Кстати, уважаемые критики центральной догмы! А знаете ли вы, что такое редактирование РНК? Нет, вы не знаете, что такое редактирование РНК! Могу себе представить, что бы было, если б вы знали.

Редактирование РНК — это когда благодаря действию особого белка (фермента эдитазы) в матричной РНК некоторые нуклеотиды определенных кодонов модифицируются (дезаминируются) так, что при трансляции кодируют уже другую аминокислоту. Ну чем не крах центральной догмы?! Более того, есть и другой тип редактирования РНК, когда в ее четко определенных местах встраиваются и/или удаляются (за счет специальных гидовых РНК — guide RNA) дополнительные нуклеотиды. И только после этого в РНК образуется информация, кодирующая белок. Это — открытая рамка считывания!

Вот тебе, бабушка Лепешинская, и Юрьев день! Белок есть, а гена у него нет! Это откуда ж и куда тогда направлена информация? От белка к РНК, а потом к белку? Или от РНК к РНК, а потом к белку? Ну а та РНК, которая редактируется, в ней хоть какая-нибудь информация есть? Чтоб было что редактировать? Подойдем диалектически: вроде как и есть, но на самом деле вроде как и нет.

Да тут не только центральная догма, тут само понятие информации рухнет. И что останется? Живое Вещество, образующееся при потоке информации от Благоприобретенных Признаков в гены?

Ой, красиво!

P.S. Когда, тут же откликнувшись на предложение «Химии и жизни» «встряхнуть в дискуссию», я писал эту короткую статью, главным моим желанием было удержаться, чтобы не обидеть оппонентов. И все-таки напоследок процитирую одного из моих любимых писателей, Бабеля: «Папаша... выпивайте и закусывайте, пусть вас не волнует этих глупостей».

(Продолжение следует)

Разные разности

Выпуск подготовили

М.Егорова,
А.Ефремкин,
В.Скобеева,
Е.Сутоцкая

Горожанам редко приходится видеть огромные горы мусора, которые они производят. Примерно пятую часть всех бытовых отходов составляют пластики: полиэтилен, полистирол и полипропилен. Из них делают бутылки, пакеты, упаковку для продуктов, одноразовую посуду и множество других предметов, которые очень долго разлагаются. Д.Гокал и его коллеги из Национальной химической лаборатории в Пуне (Индия) придумали, как сделать эти материалы привлекательными для почвенных бактерий, чтобы те быстрее их разрушали.

Химики присоединяют к молекулам стирола, из которых собираются цепи полистирола, молекулы сахарозы или глюкозы. Сахара висят на полистирольных цепочках, как подвески, составляя 3% от общего веса полимера. Свойства материала при этом почти не меняются. Однако бактерии из родов *Pseudomonas* и *Bacillus* замечают сахара и, поедая их, разрушают полимер. Пластики начинают разлагаться в течение нескольких дней, и нужно только проследить, чтобы при распаде не образовались токсичные вещества. В результате окисления получаются двуокись углерода и вода, но до этого вырабатываются органические кислоты и альдегиды. Похожие технологии можно придумать и для других полимеров.

Пока неизвестно, как быстро будет протекать разложение видоизмененных пластиков в естественных условиях. К тому же добавление сахаров изменит технологию производства и потребует значительных затрат. Но все другие добавки, которые ускоряют биоразложение полиэтилена, полистирола и полипропилена, токсичны. А разрушать их теплом или ультрафиолетом — сложно и дорого («Nature News Service», 2002, 2 декабря).



Увы, люди иногда теряют лицо не в переносном, а в прямом смысле, когда после ожогов, тяжелых травм или раковых опухолей оно превращается в страшную неподвижную маску. Жизнь такого человека становится невыносимо трудной. Британский пластический хирург П.Батлер из Лондонского открытого госпиталя считает, что в самом скором времени будет можно облегчить участь таких страдальцев, пересаживая им настоящее лицо от донора.

Для этого он предлагает удалить у пострадавшего кожу лица, лицевые мышцы и подкожный жир, а от донора, недавно умершего человека, взять губы, подбородок, уши, нос, восемь основных кровеносных сосудов и некоторые кости. Это единственный способ вернуть лицо несчастному, ведь простая пересадка кожи с других участков тела проблему не решает — без восстановления нервов лицо останется безжизненным. В новой методике нервы восстанавливаются при обработке донорских тканей факторами роста.

Главный вопрос в том, согласятся ли пострадавшие носить лицо другого человека. Впрочем, реципиент не будет точной копией донора, ведь пересаженные мягкие ткани на другом черепе будут выглядеть по-другому.

Батлер опросил 120 своих коллег — врачей и сестер — и выяснил, что некоторые согласились бы, чтобы им при необходимости пересадили новое лицо, но ни один человек не готов стать донором (не согласился бы, чтобы в случае неожиданной смерти использовали его лицо). Батлер полагает, что потенциальные доноры смогли бы преодолеть свое отвращение к подобной процедуре, если бы знали мельчайшие ее детали и понимали острую необходимость.

В течение ближайших месяцев Батлер планирует экспериментально доказать, что подобная операция возможна («New Scientist», 2002, 27 ноября).



Впервые взглянув на мир, ребенок видит бесконечное разнообразие форм и движений, не имеющих для него никакого смысла. Понимание начинается с того, что дети выстраивают взаимоотношения между различными предметами, считают сотрудники Рочестерского университета.

Д.Файзер и Р.Аслин решили проверить, действительно ли девятимесячный ребенок будет обращать больше внимания на пары фигур, которые он часто видел вместе. Сначала ученые провели эксперимент со студентами колледжа. Им показывали видеоролик длительностью 10–15 минут. На одну-две секунды на экране последовательно появлялись группы из шести предметов. Затем добровольцев попросили выбрать пары предметов, которые они видели чаще всего. Большинство сначала отказывались, утверждая, что не могут вспомнить, а затем все-таки называли их, причем правильно. «Это доказывает, что человек может определить отношения между предметами и автоматически извлечь их из подсознания», — говорит Файзер.

Исследователи решили проверить, обнаружатся ли подобные способности у девятимесячного ребенка. Во время наблюдений малыш смотрел на экран, на котором три раза появлялись пары фигур. После паузы ученые снова показывали изображения предметов, отмечая, как долго ребенок смотрел на тот или иной. Оказалось, существует четкая взаимосвязь: дети дольше смотрели на картинки, где предметы появлялись вместе как в первый, так и во второй раз.

Таким образом, дети постепенно запоминают, какие предметы часто встречаются вместе с другими, и на основе таких наблюдений накапливают знания об окружающем мире (пресс-релиз Рочестерского университета, 2002, 25 ноября).



Микробы, живущие в организме животных и человека, могут питаться молекулярным водородом, утверждают микробиологи из Университета штата Джорджия. Они изучают *Helicobacter pylori* — бактерии, которые живут на слизистых поверхностях желудка, вызывая язву, гастрит и даже некоторые формы рака. Эта зараза встречается у половины населения. Заселяет она и желудки животных, например мышей.

Раньше ученые не знали, что водород в организме как-то используется. Теперь стало известно, что он служит источником энергии для патогенных микробов. Майер считает, что его могут потреблять сальмонелла, кишечная палочка и *Samrulobacter jejuni*, главный возбудитель поноса. У них для этого есть специальные ферменты. В дикой природе немного микробов, окисляющих водород, однако обнаружить их в животных раньше никому не доводилось.

Доктор Майер решил выяснить, где молекулярный водород встречается в организме мышей. Он вживил грызунам в желудок тонкие стеклянные капилляры и обнаружил газ вблизи слизистой оболочки. У некоторых мышей его было больше, и хеликобактеры быстрее заселяли их желудок.

Пока такое явление наблюдали только у мышей, однако то же самое, скорее всего, происходит и у человека. Бактерия *H. pylori* встречается у людей, хотя никто не знает, как она попадает в организм — с пищей, водой или другим путем. Также неизвестно, как водород поступает от бактерий толстого кишечника к бактериям в стенке желудка. Наверное, его переносит кровь, а патогенные бактерии перехватывают этот газ и используют как энергетический ресурс. Если это так, изменение диеты поможет лечить болезни, возбудители которых потребляют водород («EurekaAlert!», 2002, 28 ноября).

Даже самые простые формы жизни настолько сложны, что ученые никак не могут представить себе их появление из простых веществ. До сих пор считалось, что такие вещества синтезировались в первичной атмосфере древней Земли, а уже потом из них понемногу образовались сложные полимеры и клетки. Профессор У. Мартин из Дюссельдорфского университета и доктор М. Рассел из Центра изучения окружающей среды в Глазго уверены, что сначала появились не «живые молекулы», а клетки. И произошло это не на поверхности Земли, а на дне океана. Первые клетки были вообще неорганическими — из сульфида железа.

Когда гидротермальные потоки выходят на поверхность земной коры на дне океана, они несут с собой водород, сульфиды, цианиды и угарный газ. Попадая в маленькие камеры из металлосодержащих горных пород, они не рассеиваются в океане, а вступают в реакцию в этом ограниченном объеме. Создается необходимая концентрация реагентов, которая приводит к появлению необходимых для зарождения жизни строительных блоков. Авторы считают, что именно в камерах из сульфида железа появилась жизнь.

Из новой теории следует, что Земля может быть не единственной живой планетой. Жизнь — это естественное химическое следствие потоков, проходящих через литосферу, и возникнуть она могла на любой мокрой и скалистой планете. Подобные условия, согласно концепции Мартина и Рассела, есть на планетах Солнечной системы и даже на некоторых их крупных спутниках («EurekaAlert!», 2002, 4 декабря).

На дне океанов обитают офиуры, или змеехвостки, — небольшие животные, родственники морских звезд. Они похожи на блюдечки, к которым приделано пять или больше подвижных лучей, напоминающих змей. На этих лучах расположены тысячи маленьких линз из кальцита, которые обеспечивают панорамное зрение и позволяют заранее увидеть опасность. Секрет оптики иглокожих пытаются раскрыть американские исследователи. Они считают, что линзы офиур превосходят любые когда-либо сделанные в лаборатории.

«Линзы покрывают все тело, смотрят во всех направлениях и обеспечивают периферийное зрение, — объясняет Д. Айзенберг из Лаборатории Белла. — Это свойство мы хотели бы использовать в оптических устройствах, в частности в видеокамерах». Сейчас в обычных видеокамерах всего несколько линз, позволяющих видеть в одном направлении.

Оптическая система, подобная зрительной у офиур, могла бы способствовать развитию оптических коммуникационных сетей. Сейчас оптоволокно широко применяют для передачи данных по всему миру, при этом для фокусировки и перенаправления света, несущего цифровые сигналы по кабелю, используют линзы. Увеличительные стекла офиур способны фокусировать свет в двадцать раз лучше, чем самые хорошие промышленные линзы. Ученые считают, что, если разобраться в механизме образования и функционирования кальцитовых линз этих морских животных, можно значительно увеличить объем и точность передаваемой через оптоволокно информации («BBC News», 2002, 12 декабря).

Три британских зоолога основали необычную консалтинговую компанию — «Оксфордскую фирму исследования и анализа риска» (ОФИАР). Они собираются учить деловых людей приемам поведения и решения задач, которыми пользуются животные. Дело в том, что мы сталкиваемся с теми же проблемами, что и наши меньшие братья. Один из основателей фирмы, А. Касельник из Оксфордского университета, говорит, что нефтяная компания ищет нефть практичнее так же, как скворец червяков. И тем и другим то и дело приходится решать, продолжать поиски в каком-то месте или поискать удачу где-то еще.

Работы Касельника со скворцами заставили его поверить в то, что люди и животные в рискованных ситуациях ведут себя одинаково. Модель того, как животные справляются с нерешительностью, он и планирует применить в новой фирме, которую основал в конце 2002 года с двумя другими зоологами.

Консалтинговая фирма уже начала работу с клиентами, фармацевтами и энергетиками. Однако последуют ли они рекомендациям ученых, пока неизвестно. Сторонние наблюдатели говорят, что ее подходы могут оказаться очень интересными.

Изучая поведение животных, можно понять, как человек принимает большинство решений, говорит психолог Д. Рид из Лондонской школы экономики. И добавляет, что поведение животных обусловлено миллионами лет эволюции и они не могут применять это знание в новых ситуациях. Рид утверждает, что если у человека есть возможность обдумать ситуацию, то модель поведения животных может и не сработать («Nature News Service», 2002, 19 декабря).



Нанофизика

или

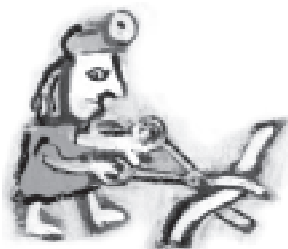
ПИКОХИМИЯ

В декабрьском номере «Химии и жизни» за прошлый год читатели ознакомились с лекцией великого физика Р.Фейнмана, от которой многие историки науки начинают отсчет нанотехнологической эпохи. Вопрос о приоритетах, как всегда, оказался достаточно сложным, и сейчас выясняется, что Фейнман не был одинок в своих прогнозах и фантазиях. Доказательством может служить предлагаемый читателю перевод лекции, которую прочитал в 1962 году на международном симпозиуме по газовой хроматографии знаменитый химик Арчер Мартин (получивший Нобелевскую премию по химии 1952 года за разработку методов разделительной хроматографии). А.Мартин был знаком со статьей Фейнмана и даже признавался, что именно она позволила ему набраться смелости и выступить с идеями, которые он сам (как, впрочем, и Фейнман) называл «дикими». Лекция А.Мартина, подобно работе Р. Фейнмана, была практически забыта, и о ней вспомнили

лишь недавно, в связи с неожиданно возникшими спорами об истоках нанотехнологии, после чего она была перепечатана в журнале «Chromatographia» (2000, март, с.255–259). Будущую науку о микромире А.Мартин назвал «пикохимией».

В своей лекции, обращенной к профессиональному собранию физиков, Р.Фейнман использовал, вольно или невольно, элемент вечного соперничества химиков и физиков. Естественно, химия не особенно интересовала Фейнмана, и он упомянул о ней лишь в общем плане. Любопытно с точки зрения психологии, что он использовал при этом весьма замысловатую и туманную по смыслу фразу (несмотря на ее внешнюю простоту и элегантность) о «физическом способе синтеза химических веществ». Подход же и прогнозы А.Мартина отличаются оригинальностью и чисто химической, точнее, химико-аналитической направленностью. Было бы интересно разыскать (наверняка существующие) прогнозы по нанотехнологии, написанные биологами, электронщиками и т. д.

Забавно, что в лекциях обоих нобелевских лауреатов, прочитанных для весьма подготовленной аудитории, возникает фантастический образ одаренного интеллектом муравья и обсуждается его поведение. Этот умный, деловитый и умелый муравьишка становится прямо-таки архетипом нанотехнологии. Примечательно, что муравьи-физики у Фейнмана работают на строгальных станках, сверлят и даже устраивают гонки на крошечных гоночных автомобильчиках (своего рода «Наноформула-1»), в то время как химический «муравей Мартина» начинает свою деятельность с взвешивания микронавесок вещества на крошечных аналитических весах. Когда-то Х.Л.Борхес написал очаровательную «Книгу вымышленных су-



Арчер Мартин

Перспективы микроанализа

Последнее неформальное собрание группы по изучению проблем развития газовой хроматографии мы провели в Национальной химической лаборатории (Теддингтон), где директор лаборатории, профессор Андерсон, выступил с поразившим многих заявлением (лично меня оно привело в восторг!), предложив нашей группе подумать о возможности окончательного завершения нашей работы. Он весьма убедительно доказал, что ценность любого научного сообщества, связанного с методикой, определяется перспективами ее дальнейшего научного развития, а не простым расширением области применения. Нельзя оправдывать деятельность и заседания, например, нашей группы лишь тем обстоятельством, что газовая хроматография все время нахо-



Художник Н.Крашин

ществ», в которую просто напрашивается энтомологическое описание поведения этих милых крошек (*Formica sapiens?*) с соответствующими профессиональными навыками. Муравья с атомом в лапке вполне можно было бы изобразить на гербе союза нанотехнологов.

Говоря серьезно, следует отметить, что два нобелевских лауреата еще в начале 60-х годов угадали две важнейшие проблемы, связанные с нанонаукой. Во-первых, существенное изменение масштабов влечет за собой принципиальные изменения многих физико-химических свойств (писатель может легко мысленно представить себе маленьких человечков-лилипутов в десять или даже в сто раз меньше обычных людей, но ученый обязан задуматься хотя бы о том, как у таких существ будет работать кровеносная система). Во-вторых, манипуляции на квантовом уровне требуют создания многоступенчатых, иерархических систем управления принципиально нового типа (возможно, похожих на системы управления и регулирования в живых организмах). Интересно отметить, что в научной фантастике имеется одно достаточно серьезное описание решения «обратной» задачи, при которой человек выступает в качестве «микрокопии», определяющей деятельность гигантской системы. Напомню читателю, что, именно управляя огромной, выполненной из металла копией человеческого тела (весом в несколько тысяч тонн), погибает на далекой планете один из самых симпатичных героев Станислава Лема — командор Пиркс.

Химики тоже любят пошутить, поэтому после лекции А. Мартин получил от участников международного симпозиума неожиданный подарок — пару миниатюрных чесалок для спины в форме изящных человеческих рук.



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ



дит новые и более широкие применения в других областях науки или техники. Предложенный профессором Андерсоном критерий я считаю совершенно верным и полагаю, что нам, химикам-аналитикам, действительно пора задуматься о будущем нашей науки. Размышляя на эту тему, я пришел к выводу, что существует лишь одно направление долгосрочного развития наших методик. На мой взгляд (как ни странно это покажется коллегам), будущее развитие химического анализа может быть связано лишь с развитием техники чисто механических манипуляций. Я подразумеваю, что мы должны серьезно задуматься о масштабе осуществляемых нами операций и научиться работать с гораздо меньшими количествами вещества.

Дело в том, что до настоящего времени химики уделяли очень мало внимания масштабному фактору своих операций, вследствие чего в этом направлении еще можно получить новые и неожиданные результаты. Вспомните, например, как удобно рассматривать в микроскоп бактерии, и задумайтесь о том, как на самом деле выглядят все те вещества, которые мы синтезируем!

Масштаб химических операций, приборов и устройств исторически оказался связан с размером рук человека. Лишь в очень редких случаях (например, при определении значений констант абсорбции при облучении) мы бываем вынуждены работать с многими граммами (или даже килограммами) исследуемых веществ. Научившись работать с очень малыми количествами вещества (я подразумеваю уменьшение веса образцов в миллионы или даже в миллионы миллионов раз!), мы бы могли разработать совершенно новые химические методики.

Давайте задумаемся над преимуществами микромасштабной аналитической работы. Даже в тех случаях, когда изучаемое вещество общедоступно, снижение размеров образца должно, по крайней мере, значительно сократить время исследования, так как практически любой процесс, ско-



рость которого лимитируется диффузией, в малых масштабах должен протекать намного быстрее (кстати, это обстоятельство могло бы иметь большое значение для развития методов очистки вещества). С другой стороны, представляется очевидным, что в малых объемах гораздо легче обеспечить сохранение изотермических условий или осуществить требуемое для эксперимента изменение параметров. Конечно, следует сразу отметить, что некоторые процессы при этом будут сильно замедляться (например, будет очень сложно инициировать кристаллизацию веществ, которые с трудом кристаллизуются и в обычных условиях). Поэтому, возможно, в малых масштабах нам придется отказаться от методов кристаллизационной очистки как первого этапа выделения требуемых веществ (впрочем, может оказаться, что для очень высоких степеней очистки масштабный фактор не будет играть существенной роли). Работа с малыми количествами веществ наиболее интересна и перспективна в тех случаях, когда объем доступного для анализа и переработки материала сильно ограничен из-за финансовых или иных соображений. Эти проблемы хорошо знакомы биохимикам (в качестве биохимика я начинал свою научную деятельность), которые почти всегда страдают из-за нехватки материала, так как природа гораздо мудрее нас и прекрасно умеет обходиться ничтожными количествами требуемых ей реагентов.

Наш симпозиум посвящен газовой хроматографии, поэтому наиболее веский аргумент в пользу методик работы с малыми количествами веществ — тот факт, что именно газовая хроматография (как, впрочем, и многие другие виды хроматографии) представляет собой почти идеальный пример работы с ничтожными количествами веществ. Кроме этого, все мы прекрасно понимаем, что в этой области параметры процесса нельзя улучшить простым увеличением объема, и никто из нас не считает, что в хроматографии можно добиться какого-либо ценного результата, используя, например, тысячу молей вещества (или даже 10^{24} молей!) вместо одного моля. И наконец, мы, хроматографисты, умеем не только выделять сверхмалые количества материала, но и реально регистрировать их. Мы можем, например, в некоторых системах измерять вес вещества с точностью до 10^{-9} г (один из докладов на симпозиуме был посвящен решению именно такой задачи).

До настоящего времени мы просто не ставили перед собой задач, связанных с регистрацией минимально возможных количеств вещества, и не задумывались о возможных затруднениях. Наиболее чувствительные из используемых нами методик основаны на ионизации. Ранее они применялись почти исключительно для изучения газовых систем, однако их наверняка можно применять и для исследования электролитических процессов, включая те из них, при которых исследуемые образцы ионизируются полностью.

Давайте попробуем оценить величины, о которых идет речь. Предположим, что мы изучаем вещество с молекулярной массой 200, так что для окисления или восстановления двухсот грамм образца нам необходимо затратить 100 000 калорий. Аналогичные операции с 10^{-12} г вещества потребуют энергии всего в $5 \cdot 10^{-10}$ Кл, для получения которой достаточно пропустить через систему ток силой 10^{-11} А в течение 50 секунд. Уже сейчас существуют регулирующие устройства, позволяющие без всяких осложнений замерять и регулировать очень малые токи (вплоть до 10^{-13} А) достаточно долго, так что, даже при низкой степени ионизации, мы вполне сможем проводить измерения с точностью до 10^{-9} г.

Масс-спектропия, несомненно, может считаться ионизационным методом, поскольку ее можно свести к подсчету ионов, а ее чувствительность примерно соответствует чувствительности других видов хроматографии. Используя обычный масс-спектрометр, уже сейчас можно получать коллимированные (то есть узкие и параллельные) пучки частиц. Это, конечно, несколько снижает выход продукта, однако, применяя так называемую времяпролетную методику, и в этом случае можно сохранить чувствительность на требуемом уровне.

Возможно, вас несколько удивит, что методы абсорбционной хроматографии обладают значительно меньшей чувствительностью, по крайней мере в инфракрасной области (где предел чувствительности составляет всего лишь около 10^{-6} или 10^{-7} г). В видимой и ультрафиолетовой областях спектра, где возможен учет отдельных фотонов, точность измерений, по-видимому, удастся повысить в десять или даже в сто раз. Практически проблема сводится только к изготовлению и использованию соответствующей аппаратуры, поскольку теоретически ничто не запрещает нам работать в области длинноволнового рентгенов-

ского излучения, что позволит довести точность элементного анализа образцов до 10^{-9} г и меньше. Еще лет пятнадцать назад Энгстрем сумел осуществить (правда, с невысокой точностью) подобные измерения, несколько модифицируя методы обычной микроскопии. Уже сейчас, пользуясь методами рентгеновской кристаллографии, можно исследовать кристаллы весом менее 10^{-8} г. Например, Ольга Кеннард из Национального института медицинских исследований для определения структуры триодтиронина изучала кристалл размерами около $10 \cdot 5 \cdot 100$ мкм, что эквивалентно объему $0,5 \cdot 10^{-9}$ микролитров.

Даже в наши дни, когда вычислительные машины получили столь широкое распространение, полный анализ структуры представляет собой весьма сложную задачу, решение которой, однако, позволяет получить (в качестве важного дополнения к кристаллографическим данным) структурную формулу исследуемого химического соединения. В тех случаях, когда для конкретных целей достаточно знать лишь размеры элементарной ячейки кристалла, расчет по кристаллографическим данным может быть значительно ускорен и выполнен менее чем за сутки. При дальнейшем усовершенствовании используемых методов мы сможем научиться анализировать образцы кристаллов, содержащие примерно по 1000 молекул в каждом геометрическом измерении и весящие не более 10^{-12} г. Я почти не сомневаюсь, что со временем именно рентгеновская кристаллография станет наиболее распространенным способом идентификации получаемых в хроматографии образцов и веществ. Более того, наличие таких методик позволит за короткое время создать огромные библиотеки данных по структуре кристаллов с различными размерами элементарных ячеек. При этом можно даже ожидать, что в большинстве случаев для идентификации интересующих нас веществ достаточно знать только размеры ячеек. В настоящее время у нас нет стандартных методов работы с малыми и сверхмалыми количествами веществ (например, даже с количествами порядка 10^{-6} г). Химик, желеющийся отделить, например, 1 мкг вещества, обычно просто помещает значительно большее количество вещества (например, 1 мг) в капиллярную колонку, а затем последовательным разбавлением удаляет избыточное количество. Такая расточительность объясняется отсутствием у нас приборов, позволяющих отве-

суть требуемый 1 мкг вещества и поместить его в колонку. Это вновь возвращает нас к проблеме масштаба человеческих рук.

Давайте немного пофантазируем и представим муравья, одаренного человеческим интеллектом. Разумеется, ему не составило бы труда взять в лапки требуемую микроскопическую крошку вещества и произвести необходимые для взвешивания операции. В принципе он может пользоваться для этого аналитическими весами обычной конструкции, но значительно меньшего размера. Строго говоря, при взвешивании такой муравей-химик может столкнуться и с принципиально новыми проблемами, связанными с броуновским движением, средняя энергия которого при комнатной температуре соответствует примерно $1/40$ электронвольта ($4 \cdot 10^{-21}$ джоуля или $4 \cdot 10^{-14}$ эрг). Если деления на указателе имеют размер 1 мкм, а «жесткость» весов соответствует «жесткости» стрелки, то при взвешивании 10^{-12} г вещества сдвиг указателя составит около 0,6 мкм (среднеквадратичное смещение от броуновского движения).

Таким образом, броуновское движение ограничивает точность взвешивания при комнатной температуре величиной 10^{-9} г, однако при более низких температурах (например, при нескольких градусах Кельвина) точность, конечно, можно довести до 10^{-11} г. Мы можем мысленно сконструировать идеальный газохроматографический детектор, состоящий из крошечных весов, на чашу которых поместим слой адсорбента (в виде микропластинки или микроцилиндра). Детектор должен быть сконструирован так, чтобы поток газа из капиллярной колонки над поверхностью чаши не нарушал равновесия системы. Для уменьшения влияния тепловой конвекции температура весов должна, естественно, совпадать с температурой газового потока, поступающего из колонки, а теплоту адсорбции можно не учитывать. Если зазор между пластиной и стенками капиллярной колонки по порядку величины соответствует диаметру колонки, то для полной абсорбции диаметр пластины должен, по-видимому, превышать диаметр колонки в 20–25 раз. Такой детектор позволит не только точно замерять количество конденсируемого материала на выходе колонки, но и (при использовании соответствующего дополнительного оборудования) работать в непрерывном режиме. Устройство представляется почти идеальным аналитическим инструментом, поскольку вес каждой компоненты

будет регистрироваться непосредственно по абсолютной высоте хроматографического пика, а это избавит нас от всех проблем калибровки. Я убежден, что легкость и надежность предлагаемой системы значительно повысят стандарты точности и надежности аналитической работы вообще.

Для выделения отдельной фракции из смеси необходимо остановить процесс хроматографирования и заменить пластину на новую. Выделенную фракцию можно затем отделить от пластины испарением и конденсировать в охлаждаемой капиллярной трубке, используя охлажденные и откачанные сосуды.

Я не думаю, что проведение основных химических операций (растворение, кристаллизация, фильтрация, дистилляция, центрифугирование и т. д.) в очень малых масштабах и объемах будет связано с какими-то особыми сложностями. Силой тяжести во многих случаях можно будет просто пренебречь, а движение жидкостей станет определяться, главным образом, поверхностным натяжением, вследствие чего при перемещении жидких сред придется работать с относительно высокими давлениями. Повышенное давление придется прилагать и при обычных операциях заливки или переливания жидкостей в бюретки и другие сосуды. Для этих действий сосуды необходимо будет снабдить наконечниками с крошечными отверстиями (настолько малыми, чтобы они предотвращали диффузию), что, в свою очередь, требует создания особо точных механических устройств, позволяющих работать без постоянного риска сломать или испортить оборудование. Основным препятствием на пути создания и развития описываемого направления (которое можно назвать «пикохимией»), на мой взгляд, станет именно трудность разработки микроустройств и аппаратуры.

Проблемы создания микроманипуляторов и работы с ними занимают меня уже несколько лет, и сейчас мне кажется, что я представляю себе общее направление поиска решений в этой области. Почти все возникающие

здесь задачи сводятся к созданию уменьшенных копий наших рук, о чем я говорил выше. Понятно, что мы не должны ставить своей целью немедленное конструирование очень маленьких, но точных подобий человеческих рук или ладоней, а вынуждены будем начинать с проектирования довольно грубых и примитивных устройств (ясно, что не следует пока даже думать, например, о создании рук, обладающих чувствительностью и т. п.). Однако, создавая сверхминиатюрные руки, мы можем и насколько улучшить их, например придать искусственным пальцам новые степени свободы (в дополнение к привычным трем трансляционным и трем вращательным), то есть создать миниатюрные пальцы с десятью степенями свободы. Мы можем также снабдить их регуляторами и датчиками развиваемых в процессе работы усилий (при этом, возможно, выяснится, что усилия на руке в целом не очень важны, и нам достаточно лишь тщательно регулировать усилия в искусственных пальцах и т. д.). Конечно, такая искусственная маленькая рука будет представлять собой достаточно сложную и даже замысловатую машину, однако я не вижу принципиальных проблем, которые не позволяют создать ее при достаточно скромном изменении масштабов (например, 1:8 или 1:10). Пользуясь «перчаткой» с датчиками, вполне возможно довести работу этого механизма до режима, при котором он в точности будет повторять движение рук оператора. Специальный привод с регулятором должен преобразовывать при этом значение каждого усилия оператора пропорционально квадрату уменьшения масштаба и одновременно создавать у самого оператора ощущения контакта и восприятия формы удерживаемого предмета.

Следует особо отметить, что «мускульная» и «сенсорная» части устройства или прибора должны быть четко разделены (как по устройству, так и по функциональному назначению) аналогично разделению этих функций в системах живых организмов. Я ду-



маю, это окажется намного проще, чем любая попытка объединить функции нагрузки и управления движением в пространстве. Описываемую «машину» можно, конечно, создавать по самым разным принципиальным схемам, однако мне кажется, что наиболее продуктивный подход заключается в сочетании механических двигательных систем с пневматическими системами измерения и восприятия.

Я несколько отклонюсь от основной темы своего выступления, чтобы подчеркнуть, насколько предлагаемая концепция микроманипулирования отличается от подхода, используемого для создания известных в настоящее время микроманипуляторов. Поясню свои мысли следующими соображениями: вот уже триста лет мы изучаем различные объекты под микроскопом, однако в качестве подручных средств микроскопии пока пользуемся, в сущности, лишь очень уменьшенными копиями двух предметов (я подразумеваю топор и копье, изобретенные еще в каменном веке!), дающими нам три или четыре степени свободы. Я говорил об уменьшении масштаба в пропорции 1:10, однако уже сейчас, безусловно, можно создавать гораздо более миниатюрные устройства (например, уменьшенные в пропорции 1:100). Используя первые несколько «пар рук», изготовленных в масштабе 1:10, мы можем перейти к созданию микромира, в котором прежде всего необходимо создать микромастерскую, оборудованную всеми необходимыми «руками», станками и инструментами, выполненными с соответствующим уменьшением масштаба. Естественно, что в такой мастерской мы сможем создать следующее поколение рук и инструментов (выполненное уже в масштабе 1:100) и т. д., используя каждый такой набор для создания следующего, более миниатюрного. Я думаю, что изменение масштаба на каждом этапе не должно приводить к существенным изменениям в конструкции устройств. Собственно говоря, мир в масштабе 1:10 можно создать практически без использования микроскопических манипуляторов (основные сложности наверняка будут связаны с методами использования обычных манипуляторов, то есть с управлением уменьшенными руками). На первых двух этапах сокращения масштаба мы, по-видимому, не столкнемся с принципиальными сложностями, которые появятся лишь при создании микромира в масштабе 1:1000, чьи объекты уже нельзя будет изготавливать, пользуясь традиционными приемами.

Уменьшенный мир (или мир в микромастшабе) должен обладать необычными и интересными законами и свойствами. Например, масса тел в нем будет уменьшаться пропорционально кубической степени масштаба сокращения линейных размеров. Для того чтобы механические напряжения в используемых материалах и создаваемых на их основе устройствах оставались такими же, как и в исходных (больших) образцах, скорость вращения и частота различных возвратно-поступательных действий должны возрасти линейно с уменьшением масштаба. Чтобы сохранялась синхронность всех протекающих в системе процессов, уменьшение масштаба должно сопровождаться таким же уменьшением вязкости всех жидкостей и газов (это условие, конечно, почти невозможно выполнить, и оно может реально ограничить возможные значения используемых скоростей). Разница температур, которая возникает в не зависящих от вязкости процессах, будет обратно пропорциональна линейным размерам.

Очень интересные проблемы возникают при рассмотрении износа механизмов и материалов, работающих в ускоренном режиме. Например, производительность автоматического токарного станка, работающего в сто раз быстрее, будет в сто раз выше, однако в столько же раз возрастет и скорость износа деталей, так что общее число изготавливаемых на станке деталей останется прежним, несмотря на то что срок службы уменьшится в сто раз.

Очень важные и интересные проблемы, которые нам сейчас трудно даже оценить (но которые, возможно, серьезно ограничат возможности применения многих материалов), связаны с зернистой структурой металлов и процессами коррозии в них. Впрочем, я надеюсь, что резкое уменьшение размеров и объема (и соответственно стоимости) устройств приведет к тому, что цена используемых материалов потеряет практическое значение и химики смогут, например, спокойно изготавливать микроаппаратуру из платины, алмазов и т. п. Кроме того, при уменьшении масштабов и изменении отношения поверхности/объем мы, возможно, обнаружим существенное изменение характеристик некоторых веществ (стекло, например, может оказаться вовсе не настолько инертным, как это считалось раньше).

Создав первую микромастерскую, мы сможем затем изготовить на ней всю необходимую химику аппаратуру в масштабе 1:100, для чего нам понадобится, кстати, в 10^6 раз меньше материалов, чем при обычных масштабах. Мне кажется, что многие химические действия и операции при таком изменении масштаба существенно образом не изменятся. Осложнения должны начаться лишь после нескольких этапов последовательного уменьшения, например после четырех-пяти «шагов вниз», когда начнут проявляться эффекты, связанные с размерами отдельных атомов. До этого момента все химические операции, по-видимому, будут выглядеть привычно. Однако уже при стократном уменьшении экспериментатор неожиданно обнаружит, что он почти ослеп (или, по крайней мере, стал очень близоруким), так как в этом масштабе человек перестает различать в видимом диапазоне особенности строения поверхности и т. п. Ниже этой границы мы можем контролировать работу лишь с помощью электронного микроскопа, что, кстати, не должно создавать дополнительных осложнений принципиального характера (технические сложности вполне могут возникнуть, и нам, разумеется, придется позаботиться о герметичности используемых пневматических систем, о предотвращении утечек газа и т. д.).

Химики должны заинтересовать новые возможности и методики работы, возникающие по мере перехода к малым масштабам. В частности, они получат шанс проводить эксперименты и аналитические исследования в отдельных живых клетках. Разнообразные и неожиданные возможности для изучения физических свойств малых объектов трудно представить и описать. Насколько мы можем продвинуться в этом направлении, спускаясь по вниз по «лестнице масштабов»? Я



уверен, что мы вполне способны научиться работать «вслепую», доведя технику обращения с последовательностью все уменьшающихся манипуляторов до такого уровня, когда на кончиках наших пальцев будут располагаться отдельные атомы необходимых нам химических элементов, например вольфрама или углерода в форме алмаза. Безусловно, такая манипуляция индивидуальными атомами откроет перед химиками массу новых возможностей, и, как я уже говорил, не существует принципиальных ограничений на развитие такой техники. Использование сверхмалых манипуляторов наводит на мысль о микроскопических щупальцах или микродатчиках, позволяющих чувствовать форму отдельных молекул, что позволит нам проводить исследования структуры гораздо эффективнее, чем на электронных микроскопах. Дело в том, что в существующих электронных микроскопах используются электроны с энергией порядка нескольких тысяч электрон-вольт, что значительно выше энергии связи атомов в молекулах (например, энергия разделения двух атомов кислорода, составляющих молекулу O_2 , равна примерно лишь 8 эВ). Естественно, что поток таких мощных электронов разрушает, испаряет или серьезно повреждает большую часть исследуемых объектов, причем конструкторы микроскопов пока не видят никакой реальной возможности снизить энергию используемых электронов. В противоположность этому, при манипуляции механическими микрощупальцами повреждения могут возникать лишь вследствие броуновского движения, и их можно свести до минимума (например, работая при температуре в несколько градусов Кельвина). Не исключено, что при этом мы научимся измерять даже силы, связанные с изгибом или деформацией отдельных молекул. Сейчас очень



трудно представить возможную конструкцию таких устройств или методику измерения сил порядка 10^{-6} дин, однако не исключено, что столь понравившиеся мне пневматические системы помогут справиться и с этой проблемой. Например, мы можем измерять положения пружин или клапанов, частично перекрывающих отверстия, через которые проходит поток газа (предположим, гелия), а затем получать необходимую нам информацию, измеряя скорость или объем газового потока. Насколько я могу судить, с точки зрения физики такие устройства не должны вносить возмущения в исследуемые системы, поскольку величина возмущений должна соответствовать по порядку величины энергии молекул при данной температуре. Вероятно, для указанных целей пригодны и обычные электрические методики измерений, но я еще не пытался оценить их возможности.

Я воображаю себе две руки (каждая из которых имеет по меньшей мере шесть пальцев) настолько малых размеров, что они способны выдернуть молекулу из ее окружения или оторвать ее от других молекул, с которыми она связана силами Ван-дер-Ваальса. Руки могут не только удерживать молекулы, но и перебирать атомы между пальцами, подобно тому, как мы перебираем в руке бусинки или четки. Конечно, вначале создаваемые нами руки и пальцы будут грубыми и неуклюжими, однако постепенно с их помощью мы приобретем опыт и научимся в самом деле определять тип атомов, соединять атомы в требуемые структуры и т. д.

Даже если я грубо заблуждаюсь и предлагаемые мною устройства нельзя создать при существующем уровне техники, их наверняка удастся создать в будущем, особенно при целенаправленном поиске решений. Представляю, как лет через тридцать исследователи (разумеется, речь идет об их копиях, оперирующих сверхминиатюрной техникой и методикой), подобно альпинистам, будут двигаться по горе вещества (эта гора представляет собой замороженную биологическую клетку), старательно изучая и обрабатывая эту массу. Они смогут резать клетку на куски, разрушать какие-то ковалентные связи или, наоборот, создавать их в структуре, например вводя дополнительные фрагменты в белковую молекулу. Двигаясь вдоль молекулярной цепи, химик сможет при этом последовательно проверить или модифицировать боковые цепи или за какой-нибудь час времени



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

идентифицировать структуру, определение которой сейчас требует работы огромного коллектива в течение многих лет.

Можно надеяться, что использование предлагаемой сверхминиатюрной технологии и методики позволит быстро описать и понять трехмерную структуру замороженной биологической клетки, и в дальнейшем мы, вероятно, даже научимся вновь «запускать» этот сложный механизм, то есть оживлять клетку, пользуясь компьютерной техникой и автоматизированными механическими устройствами.

Несколько недель назад я ознакомился с лекцией, прочитанной доктором Фейнманом в Калифорнийском технологическом институте, и его идеи о работе в малых масштабах пространства оказались весьма близки к предлагаемым мною. Фейнман также считает, что химическую молекулу можно синтезировать из отдельных атомов, механическим сжатием объединяя их в единое целое. Именно знакомство с лекцией Фейнмана придало мне смелости и позволило рискнуть выступить публично со столь «дикими» идеями и соображениями. Создание и применение предлагаемых микроскопических устройств позволит не только принципиально изменить характер биохимии, но и окажет огромное воздействие на многие другие разделы науки. Хроматография после этого будет применяться лишь для некоторых количественных измерений, в задачах, связанных с увеличением концентрации особо редких молекул, а все проблемы идентификации веществ будут решаться с помощью микроскопических чувствительных щупалец оператора.

Мне хочется закончить свое выступление известным утверждением: чтобы определить, можешь ли ты что-то сделать, необходимо попытаться это сделать.

Предисловие
и перевод с английского

А.В.Хачоян

Нейротрансплантация: как это делается

Переломы позвоночника нередко сопровождается спинальной травмой: повреждаются нервные клетки (нейроны) и нарушаются связи между ними. Больной теряет способность передвигаться, не может даже пошевелить пальцем ноги. Конечности не чувствуют ни боли, ни тепла, ни холода. Человек лишен возможности контролировать обычные физиологические процессы, например мочеиспускание. Традиционное лечение зачастую не дает ощутимых результатов: больные остаются прикованными к постели или инвалидной коляске до конца жизни.

Справится ли когда-нибудь медицина с этой задачей? Она может показаться неразрешимой, если вспомнить расхожее утверждение: «Нервные клетки не восстанавливаются». Действительно, нейрон имеет сложное строение (рис. 1) и вследствие этого низкие способности к репарации. Поврежденный нейрон трудно восстанавливается по двум причинам. Во-первых, длинные окончания нейронов — аксоны отрастают крайне медленно (скорость роста составляет миллиметры — десятки миллиметров в год, для полного же восстановления функций бывает нужно вырастить десятки сантиметров). Во-вторых, для передачи нервного импульса необходимо не только само волок-

но, но и миелиновый «кожух» вокруг него. Быстрые способы его наращивания, или, скажем, воссоздания из синтетических материалов, пока неизвестны.

Однако за последние годы в изучении репаративной способности нервной ткани наметился прогресс. Выращены нейроны вне человеческого организма, проведены удачные эксперименты с поврежденными клетками центральной нервной системы лабораторных животных (см., например, статьи в «Химии и жизни», 2002, № 7). Конечная цель — эффективное лечение спинальных травм у человека — еще не достигнута. Тем не менее первые положительные результаты уже есть.

Полноценное восстановление нервных клеток можно обеспечить двумя путями. Первый — создание благоприятного микроокружения для их роста, которое способствовало бы восстановлению утраченных связей между клетками. Второй путь — замещение погибших клеток новыми, функционально активными.

Ученые из Новосибирского института клинической иммунологии совместно с нейрохирургами Новосибирской государственной медицинской академии иммунотерапией применили для лечения травм спинного мозга новую методику. (Авторы и исполнители: Новосибирская государственная медицинская академия — С.С.Рабинович, Н.Г.Колосов, С.А.Савченко; Институт клинической иммунологии СО РАМН — В.И.Селедцов, О.В.Повещенко, В.В.Сенюков, В.Я.Та-

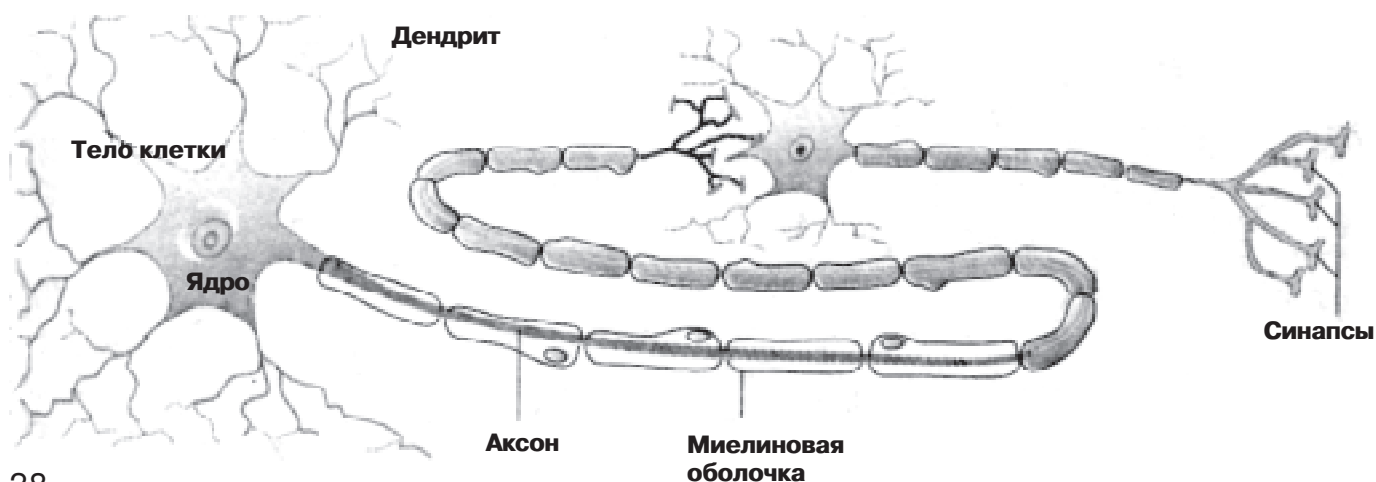
рабан, В.А.Козлов; больница скорой медицинской помощи № 1 в Новосибирске — В.И.Ярохно). Эта методика удачно сочетает оба подхода: трансплантация клеток различных типов создает необходимые условия для аксонального роста и одновременно обеспечивает замещение поврежденных нейронов.

Готовим нейротрансплантат

Возьмем немного эмбриональной ткани головного и спинного мозга, добавим клетки печени. При чем здесь печень? Ее стволовые клетки в определенных условиях способны трансформироваться в клетки нервной ткани. Кроме того, известно, что клетки печени, в частности те, которые связаны с кроветворением, вырабатывают набор активных веществ с широким спектром действия. Одни из них поддерживают рост и жизнедеятельность окружающих тканей, другие препятствуют отторжению и подавляют образование рубцов, мешающих росту аксонов. В некоторых случаях к трансплантату добавляли также клетки выстилки луковиц обонятельных нервов, которые стимулировали рост и восстановление проводимости нервных волокон.

Материал для пересадки каждому пациенту подбирали от трех разных доноров: в этом случае иммунная нагрузка гораздо ниже, чем при трансплантации клеток от одного донора.

1
Строение нейрона





К тому же риск отторжения сразу всех клеток минимален. Иммунный ответ организма будет направлен в основном на наиболее чужеродные клетки, тогда как остальные смогут выполнять свою функцию. Разумеется, перед трансплантацией проводили биологические пробы на совместимость.

Источником клеток служил абортный материал, так называемые фетальные ткани. Читателям «Химии и жизни» хорошо известно, что работы с фетальными тканями подчас вызывают неприятие не только у мировой общественности, но и среди ученых и медиков. Не будем здесь углубляться в этот непростой вопрос, напомним только, что использование человеческих эмбрионов в настоящее время разрешено законодательством и широко применяется в мировой медицинской практике. В нашей стране эту процедуру регламентирует подзаконный акт — письмо № 05-10/6-10 от 26.10.92, подписанное заместителем министра здравоохранения Н.Н. Вагановым. Далее, есть одобренный Думой закон о трансплантации органов и тканей от 1992 года, который создает правовую базу для трансплантационных методов лечения. В настоящее время в Минздраве создан экспертный совет, который призван детально регламентировать использование клеточных технологий в России. Конечно, здесь имеются проблемы (как этические, так и медицинские, например уже упомянутое иммунное отторжение трансплантатов), которые нельзя решить законодательным путем. Скорее всего, будущее трансплантологии — терапевтическое клонирование, то есть выращивание нужных клеток вне организма. В этой области «впереди планеты всей» Великобритания, где несколько лет назад были приняты законы, практически не ограничивающие исследования стволовых клеток (в том числе эмбриональных) и эксперименты по клонированию. В Британии также открыт первый банк стволовых клеток. Предполагается, что собранные в нем клеточные линии будут доступны для всех исследователей.

Методы и результаты

Как именно происходит пересадка? На уровне повреждения спинного мозга в нем делают прокол иглой — спинномозговую пункцию. Это рутинная манипуляция в практике врачей многих специальностей. Через этот прокол обычным шприцом вводят клеточную субстанцию в объеме от 4 до 10 мл. Процедуру повторяют от двух до четырех раз, по мере необходимости: через две недели, через месяц, далее в индивидуальном порядке по назначению врача. Как правило, трансплантации предшествует операция по удалению рубцов и кист (полостей), сформировавшихся в травмированном участке. На место бывшей кисты помещают донорские клетки спинного мозга. Всем пациентам сразу после травмы была сделана операция по стабилизации поврежденного участка позвоночника.

Как уже говорилось, нейротрансплантат работает в двух направлениях. Полноценные нервные клетки замещают погибшие. Среди них есть некоторые (клетки коры мозга и олигодендроциты), обладающие способностью ускорять аксональный рост и восстанавливать миелиновое покрытие отростков. Остальные составляющие (клетки печени и обонятельной луковицы) создают благодатную почву для восстановления собственных, травмированных нейронов пациента. Уцелевшие нейроны под влиянием пересаженных клеток начинают восстанавливать синаптические связи друг с другом.

Клинические улучшения можно было наблюдать непосредственно. До трансплантации, по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ), в месте повреждения визуализировалась киста (рис. 2а). К концу трансплантационного лечения там возникло образование с нечеткими контурами — видимое подтверждение репаративной активности трансплантата (рис. 2б).

Результат превзошел ожидания. Новая методика не помогла только четверым пациентам из пятнадцати: слишком много времени прошло у них после несчастного случая — более

двух лет. Максимальное же улучшение отмечено у пациентов с относительно свежими, до года, травмами. До трансплантационного лечения они получали стандартную комплексную терапию, которая не дала ощутимых результатов. (Обычно в дальнейшем такие больные считаются неизлечимыми, и терапию заменяет социальная реабилитация.)

По мнению врачей, клеточная трансплантация наиболее эффективна в раннем посттравматическом периоде, пока не сформировалась киста на месте повреждения. Ее образование дополнительно травмирует аксоны и механически препятствует их росту.

Одиннадцать положительных результатов — капля в море в масштабе человечества. И в то же время — огромное достижение для каждого больного и его врача. Побочных эффектов или серьезных осложнений не отмечалось, пять человек научились ходить с опорой, один передвигается самостоятельно — нужны ли тут комментарии?

Вторая жизнь

Вместо комментариев опишем подробнее два случая.

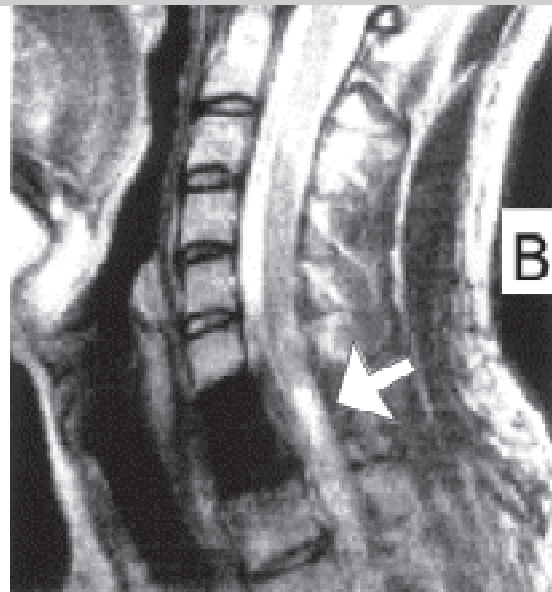
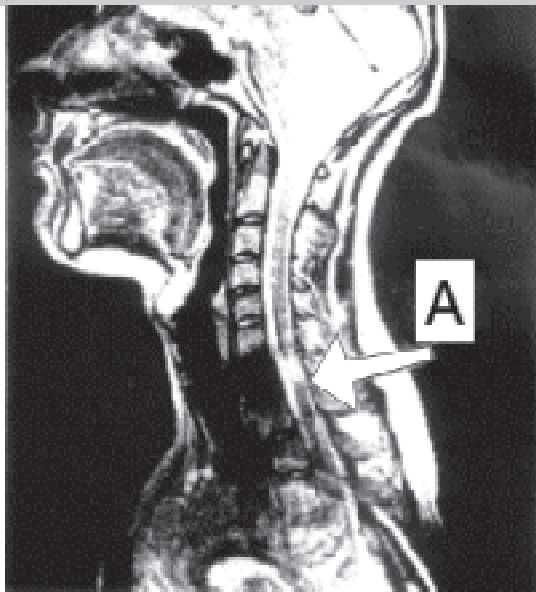
Больной З., 24 года, получил травму при падении с высоты. Диагноз: взрывной перелом седьмого шейного позвонка с компрессией (сдавлением) спинного мозга. На 12-й день после травмы произведена операция: частичное удаление тела позвонка и стабилизация позвоночника пластиной в месте перелома. Через месяц больной поступил для реабилитации в НЦИТ. Неврологический статус: нижняя вялая параплегия (паралич нижних конечностей), верхний парапарез (ослабление произвольных движений в руках), нарушение всех видов чувствительности, мочеиспускание через цистостому (дренаж в мочевом пузыре, выведенный через переднюю брюшную стенку), пролежень в области крестца. Результат магнитно-резонансной томографии больного представлен на рис. 2а.



Более подробную информацию о применении нейротрансплантации в лечении спинальных травм, а также других тяжелых патологий (черепно-мозговая травма, болезнь Паркинсона) можно получить по адресу:
<http://www.transplantation.ru>.

2

А) Больной З., 24 года: стрелкой показана киста размером 1,0 x 0,2 см; В) Тот же больной после трансплантации: в месте, где ранее была киста, видны участки различной плотности. Возможно, это видимое проявление репаративной активности трансплантированных клеток



После обследования назначено трансплантационное лечение. Донорские клетки в объеме 10 мл ввели в субарахноидальное пространство спинного мозга (между мягкой и паутинной оболочками). Через 14 дней после первой клеточной трансплантации была произведена операция по удалению кисты. Образовавшуюся полость заполнили тканевым трансплантатом спинного мозга и клетками выстилки луковичи обонятельного нерва. Под твердую мозговую оболочку инъекционно было введено 5 мл суспензии клеток, полученных из фетальной нервной и кроветворной тканей. Еще через 14 дней выполнили третью трансплантацию.

При контрольном обследовании спустя полтора месяца у пациента были отмечены восстановление всех видов чувствительности, восстановление силы в кистях рук с обеих сторон, появление движения в стопах и колен-

ных суставах, восстановление мочевого рефлекса и заживление пролежня. Через десять месяцев пациент полностью контролировал функцию тазовых органов, у него появились активные сокращения четырехглавой и прямой мышц обеих бедер. Больной мог стоять, опираясь на костыли. Еще через четыре месяца он стал передвигаться на костылях.

Больной Т., 25 лет, во время автокатастрофы получил взрывной перелом шестого грудного позвонка с компрессией спинного мозга. Оперирован, через четыре месяца поступил в НИЦТ. Неврологический статус: нижняя вялая параплегия, нарушение всех видов чувствительности, мочеиспускание через цистостому. Пациенту была проведена операция по удалению кисты и имплантация в ее ложе фетального трансплантата спинного мозга и клеток выстилки луковичи обонятельного нерва. Дополнительно ему ввели 6 мл суспензии клеток, полученных из фетальной нервной и кроветворной тканей. Через месяц после операции провели повторную трансплантацию фетальных клеток.

При обследовании спустя четыре месяца отмечены полное восстановление всех видов чувствительности, полный контроль функции тазовых

нервов и выраженное улучшение в двигательной сфере (пациент способен стоять, опираясь на костыли). После этого была проведена третья трансплантация. Через четыре месяца пациент мог передвигаться самостоятельно без костылей.

Улучшения у остальных пациентов были менее выраженными: восстановление чувствительности, движения в отдельных группах мышц. Но психологический аспект не менее важен, чем физический. Как сами пациенты, так и их ближайшие родственники, отмечали существенное улучшение психологического статуса. Если перевести с профессионального языка на быденный — появились новые силы и надежда.

Несомненно, методика требует доработки и дальнейших клинических испытаний. Необходима дальнейшая апробация в специализированных центрах, где имеются условия для получения трансплантационного материала и для проведения его пересадки на надлежащем уровне. Тем не менее уже сейчас можно сказать, что трансплантационный метод лечения спинальных травм — шанс на возвращение к активной жизни для многих людей.





ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Кто был студентом, аспирантом или просто молодым ученым, знает, какво спорить с руководителем, а тем более мудрым и любимым. Один из моих первых учителей — профессор Яков Михайлович Коц. В 1970–1980-е годы он был заведующим кафедрой физиологии в Московском институте физкультуры. Для института это было блистательное время: во главе медико-биологических кафедр стояла плеяда замечательных ученых, каждый с ореолом мировой известности, каждый — яркая личность, интереснейший человек. Главной чертой Я.М.Коца, пришедшего в спортивную науку из большой, тогда весьма знаменитой советской нейрофизиологии, была поразительная увлеченность всем новым. Часто, входя на кафедру, еще не добравшись до своего кабинета, он заглядывал в нашу лабораторную комнату и застревал на пару часов, рассказывая о новых статьях из англоязычных журналов, о своих друзьях из академических институтов, о жизни западных лабораторий, где приходилось изредка бывать.

И вот меня, еще не «остепененного» птенца, приглашают сделать литературный обзорный доклад о так называемой рабочей гипертрофии мышечных волокон на одном из самых престижных семинаров в институте — у блестящего биомеханика, профессора В.М. Зацiorsкого.

Рабочая гипертрофия, или увеличение толщины мышечных волокон, у спортсменов, особенно у занимающихся силовыми, атлетическими видами спорта, не столько научный факт, сколько всем известная истина. Наиболее актуальной темой тогдашних обсуждений был вопрос о том, какие тренировочные нагрузки вызывают такую гипертрофию.

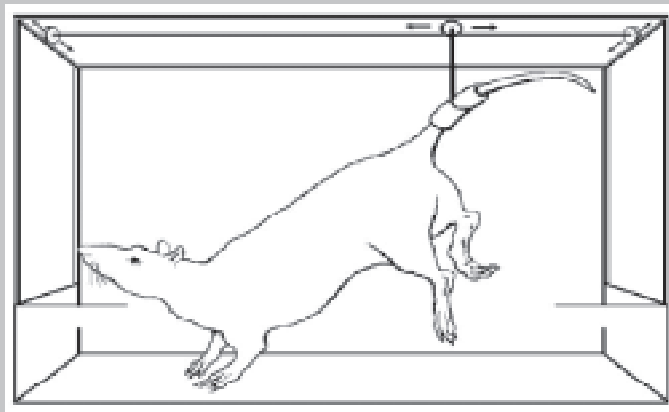
Поработав с литературой, я с удивлением обнаружил, что в четырехглавой мышце бедра, основном объекте исследований в то время (вы ее найдете сразу под кожей передней поверхности бедра), существенное утолщение мышечных волокон наблюдается лишь у спортсменов, тренирующих силу или силовую выносливость. Это штангисты, культуристы, представители академической гребли, борцы. У бегунов и лыжников, тренирующих выносливость, у специалистов по спортивному ориентированию толщина волокон в этой мышце не превышала уровень человека, ведущего сидячий образ жизни (на лабораторном англоязычном жаргоне та-

Художник П. Перевезенцев

О ТОЛСТЫХ И ТОНКИХ МЫШЦАХ

Доктор биологических наук
Б.С.Шенкман

1
*«Вывешенная» крыса свободно
перемещается по клетке
на передних лапах,
а задние приподняты над полом*



ких людей называют «сидячим контролем»). У шведских ориентировщиков, по данным замечательной шведской исследовательницы Евы Яннсон, поперечные размеры волокон в мышцах передней поверхности бедра оказались даже меньше, чем у контрольных испытуемых. Я нашел только одно сообщение о гипертрофированных волокнах у бегунов-стайеров и марафонцев, членов олимпийской команды США. Но эти волокна были обнаружены совсем в другой — икроножной мышце. Именно эти американские данные и поместил в своем учебнике спортивной физиологии, в то время только что вышедшим из печати, мой дорогой учитель.

И вот семинар начался. Мне предоставлено слово. Яков Михайлович почему-то запаздывает, но надо начинать доклад. Я бесхитростно, со всеми ссылками и оговорками начал излагать примерно то, что вкратце описано в предыдущем абзаце. В дверях появляется шеф. Сначала внимательно слушает, потом решительно вмешивается в дискуссию и произносит что-то вроде: «Вы недостаточно тщательно изучили литературу. Тренировка на выносливость также приводит к гипертрофии». Трудно спорить с шефом, но молодой задор и желание самоутвердиться заводят докладчика. Здесь можно опустить занавес над этой сценой, весьма типичной для начала научной карьеры.

А кто же был прав? Как это часто бывает — оба. Благодаря усилиям многих зарубежных исследователей и весьма скромному нашему вкладу сейчас стало понятно, что изменениями толщины мышечных волокон управляют два процесса. Если при сокращении мышце приходится преодолевать значительное внешнее сопротивление, развивать большую мощность, то волокна интенсивно утолщаются, объем миофибрилл быстро растет. Однако за каждое завоевание надо платить. Молекулам кислорода теперь необходимо больше время для проникновения в глубь волокна к митохондриям, которые и снабжают миофибриллы энергией. Таким обра-

зом, при выполнении работы на выносливость развитие гипертрофии может ограничиваться возможностями транспорта кислорода в мышце. А вот какая именно мышца у спортсмена будет гипертрофироваться интенсивно, а какая весьма умеренно, зависит от того внешнего сопротивления, которое ей придется преодолевать. У бегунов-стайеров мышцы передней поверхности бедра выполняют работу по вынесению ноги вперед, преодолевая при этом лишь нагрузку, равную весу ноги. Это не требует развития большой мощности, но необходимость бежать долго заставляет заботиться о кислородном транспорте. Большие размеры волокна здесь не помогут. А вот мышцы задней поверхности голени (группа икроножных мышц) должны при отталкивании оторвать от земли все тело человека. С учетом довольно сложных закономерностей биомеханики бега, они при сокращении преодолевают нагрузку, часто достигающую удвоенного веса тела! Очевидно, для выполнения такой нагрузки необходим большой объем миофибрилл.

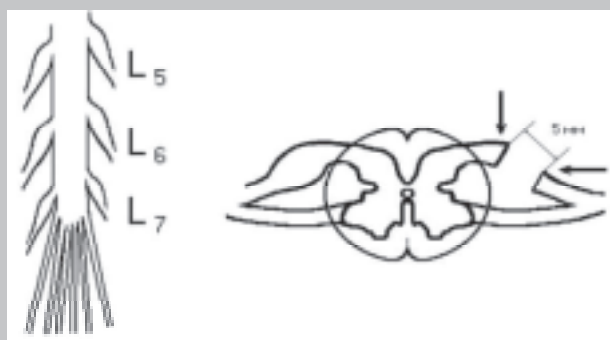
Итак, причина рабочей гипертрофии — это работа по преодолению внешнего сопротивления. Но если в 80-х годах такой ответ казался исчерпывающим, то в наше время хорошо бы понимать механизмы, посредством которых напряжение всех компонентов мышечного волокна при преодолении большого внешнего сопротивления стимулирует белковый синтез и приводит, таким образом, к увеличению объема миофибрилл.

С тех пор как в организме были открыты волшебные химические регуляторы — гормоны, все непонятные явления, особенно изменения обмена веществ и структуры тканей, принято относить на их счет. Что же касается рабочей гипертрофии мышц, то она,

прямое следствие усиления белкового синтеза, могла бы служить классическим примером гормонального контроля. Ведь в организме при интенсивной физической нагрузке значительно повышается уровень почти всех гормонов, стимулирующих белковый синтез. Это и тестостерон, мужской половой гормон, аналоги которого внесены во все списки средств, запрещенных к применению в спорте и физической культуре, — за их хранение во многих странах предусмотрено уголовное наказание. Это и гормон роста, вырабатываемый клетками гипофиза (знаменитого «собачьего сердца»). Его молекула построена из аминокислот, как белки.

Наши американские коллеги придумали замечательную гипотезу о том, как синтез гормона роста, усиленный в результате мышечной работы, приводит к гипертрофии мышц. В каждой мышце имеются специальные волокна, которые, сокращаясь так же, как и остальные, при этом еще и передают сигнал о степени сокращения или удлинения мышцы в нервную систему. Эти мышечные рецепторы обеспечивают нервной системе так называемую обратную связь, то есть сообщают ей, в каком состоянии находится мышца, выполняющая ее команды. Несколько лет назад в Лос-Анджелесе у спящей крысы удалось с помощью электрического тока возбудить эти мышечные рецепторы. При этом были обнаружены повышенная концентрация гормона роста в крови у животного и даже повышенный уровень выброса этого гормона из гипофиза. Красивая выстраивается картина! Допустим, мы выполняем силовые упражнения, мышцы сокращаются, мышечные рецепторы сообщают об этом нервной системе, которая автоматически стимулирует секреторные клетки гипофиза, и повышенная порция гормона роста

Схема проведения операции



2 Операция по перерезанию нервных путей, соединяющих мышечные рецепторы с центрами спинного мозга



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

выбрасывается в кровь. Его молекулы действуют на другие клетки, например печеночные, и те вырабатывают молекулы-посредники, в свою очередь действующие на мышцы, в которых синтез автоматически повышается синтез миофибриллярных белков. Если же мышца находится в состоянии покоя, разгрузки, то синтез гормона роста снижается, а мышца или остается в прежнем состоянии, или уменьшается в объеме — ведь белковый синтез снизился, но процессы распада белка остались на том же уровне. Вопрос решен?!

Не все так просто! Содержание гормона роста в крови увеличивается (и весьма значительно) не только при силовой тренировке, но и при тренировке выносливости. А вопрос о рабочей гипертрофии в этом случае оказывается достаточно сложным, и мы это уже обсуждали. В нашем Институте медико-биологических проблем часто проводят эксперименты с добровольцами, которые в течение длительного времени (например, четыре месяца) не встают с постели. После такой гипокинезии мы всегда находим уменьшение толщины волокон мышц ног. А вот снижение уровня гормона роста в крови обнаруживается далеко не всегда. Можно привести еще несколько фактов, не вполне согласующихся с этой красивой гипотезой. Но самый поразительный факт мы получили совсем недавно.

Для того чтобы изучать последствия мышечной разгрузки на Земле, не запуская животных каждый раз в космос, ученые придумали модель, при которой крыса свободно перемещается по клетке на передних лапах, а задние оказываются оторванными от пола, «вывешенными» (схема 1). Последствия такого «вывешивания» в мышцах задних ног неотличимы от эффектов невесомости: толщина мышечных

волокон уменьшается. Однако если сильно растянуть мышцы и зафиксировать сустав гипсовидной повязкой, уменьшения мышечной массы не будет. Почему? Ведь растяжение — предельный искусственный случай внешнего сопротивления, навязанного мышце, — сопротивление в этом случае столь велико, что мышца не в состоянии его преодолеть. Мы вместе со студентами МГУ, много помогавшими в этой работе, провели такой эксперимент с растяжением мышц у выведенных крыс не только с нормальными животными, но и с животными, у которых перед опытом перерезали нервные пути, соединяющие мышечные рецепторы с центрами спинного мозга (схема 2). Мы не измеряли уровень гормона роста в крови у этих животных, однако их нервная система ничего «не знала» о том, что мышца растянута, и соответственно никак не могла передать сигнал на гипофиз. Результат был удивителен. У оперированных животных, так же как и у нормальных, растяжение полностью предотвращало уменьшение мышечной массы. Значит, толщину волокон, скорее всего, контролируют местные внутримышечные механизмы, а роль нервных и гормональных регуляторов не столь велика.

Каковы же эти механизмы? В самой мышечной ткани, как внутри волокон, так и в пространстве между ними, действует несколько видов местных регуляторных молекул, именуемых факторами роста. Их содержание в ткани обычно возрастает при нагрузке. Один из них, так называемый фактор роста фибробластов, запасается в связанном виде во внеклеточной оболочке мышечных волокон, базальной ламине, а когда механическое напряжение в мышце возрастает, он освобождается и начинает стимулировать рост тех мышечных структур,

которые расположены в межволоконном пространстве (например, клеток кровеносных капилляров). Другой фактор, недавно выделенный профессором Дж. Голдспинком из Лондона, образуется внутри мышечных волокон только при их интенсивной сократительной деятельности, направленной, главным образом, против внешнего сопротивления. Он так и был назван: механозависимый фактор роста (английская аббревиатура — MGF). Интересно, что при длительной низкочастотной электростимуляции у кролика, при которой постоянно сокращающаяся мышца не преодолевает никакого внешнего сопротивления (кроме собственного веса), не наблюдается усиления синтеза MGF. А при растяжении мышцы его синтез начинается уже через трое суток! И он, в свою очередь, начинает интенсивно стимулировать синтез миофибриллярных белков, способствуя развитию рабочей гипертрофии мышц.

Но здесь мы опять попадаем в старую логическую ловушку. А какой сигнал (очевидно, механозависимый) заставляет белок-синтезирующий аппарат мышечного волокна вырабатывать этот ростовой фактор? Увы, ответить на данный вопрос сейчас не может никто! Есть только два факта, анализ которых может в будущем привести нас к пониманию деталей этого интереснейшего процесса. Волокна стареющего организма даже в ответ на интенсивную нагрузку вырабатывают гораздо меньшее количество MGF, чем в молодом возрасте. Может быть, к старости что-то ломается в ходе передачи сигнала? У мутантных мышшей линии MDX (которые, как и люди, больные страшной неизлечимой наследственной дистрофией Дюшенна, лишены белка дистрофина, укрепляющего клеточную мембрану мышечных волокон) никакими физическими нагрузками не удается стимулировать синтез MGF. Может быть, сигнал передается через натянутые канатики белков клеточного скелета?

Как было бы скучно жить, если бы мы знали ответы на все вопросы!

Челзу равно 22,4?

Экскурсовод:

— Этой мумии пять тысяч лет и шесть месяцев!

Экскурсант:

— Как же удалось это выяснить с такой точностью?

Экскурсовод:

— Когда я начал водить экскурсии, мне сказали, что этой мумии пять тысяч лет. А я здесь работаю уже

полгода.

К сожалению, такие «точные» ответы встречаются и в школьных задачах по химии. Например: «Какой объем водорода (н.у.) выделится при растворении в соляной кислоте 0,7 г магния? Решение: в соответствии с уравнением реакции $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$, из 1 моль магния (24 г) получается 1 моль (22,4 л) водорода. Поэтому из 0,7 г получится $0,7 \cdot 22,4/24 = 0,6533$ л или 653,3 мл». Вроде все верно. А на самом деле не более чем добавка в полгода к возрасту древней мумии. Прежде всего сразу бросается в глаза, что исходные данные (0,7 г) приводятся с очень низкой точностью — около 15% (одна значащая цифра). Действительно, кто может поручиться, что магния было именно 700 мг и ни миллиграммом больше? (В таком случае так и следовало писать: 700 мг, или 0,700 г.) Ответ же дается с точностью $1/6533 = 0,00015$, или 0,015%, в тысячу раз превышающей точность исходных данных!

Но даже если в условии написать «700,0 мг», задача все равно будет решена неверно. Авторы задач часто забывают, что используют округленные атомные массы элементов. В данном случае атомная масса магния равна 24,305, что отличается от 24 почти на 1,3% — снова точность ответа почти в сто раз превышает допустимую! Появление лет 20 назад недорогих восьмиразрядных калькуляторов привело к тому, что некоторые авторы начали приводить ответы на задачи с восемью значащими цифрами, то есть с точностью, которая значительно превышает точность определения подавляющего большинства атомных масс! К счастью, составителям химических задач, как правило, были недоступны персональные компьютеры, иначе они с легкостью могли бы привести в ответе и 32 значащие цифры. В результате подобные ответы имеют не больше смысла, чем, например, измерение диаметра прецизионной детали с помощью портновского сантиметра. Использование же очень точных атомных масс (они определены для моноизотопных элементов — бериллия, фтора, натрия, алюминия и др.) для решения задач, в которых точность исходных данных не превышает обычно 0,1%, — то же самое, что измерять лазерным интерферометром ширину улицы...

Но и это не все. В задачах, аналогичных приведенной, молчаливо предполагается, что мольный объем любого газа при нормальных условиях (н.у.) в точности равен 22,4 л. А ведь это вовсе не так! С этой проблемой стоит разобраться более детально, тем более что она важна и для профессиональных химических расчетов.

Прежде всего пресловутые 22,4 л — это приближенное значение мольного объема так называемого идеального газа, молекулы которого не имеют объема и не взаимодействуют друг с другом. Понятно, что иде-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

альный газ не сжимается даже при абсолютном нуле. Его мольный объем можно рассчитать по уравнению состояния идеального газа: $PV = nRT$. Для $n = 1$ моль, $R = 8,31441$ Дж/(моль К), $T = 273,15$ К и $P = 1$ атм = $1,01325 \cdot 10^5$ Па (Н/м²) получаем (переводя метры в дециметры и заменяя кубические дециметры литрами): $V = 22,41383$ л/моль. Именно это значение приведено, например, в «Справочнике по физике» Х.Кухлинга (М.: Мир, 1982), и за последние 20 лет оно не претерпело существенных изменений. А это значит, что при использовании для решения задач значения 22,4 вводится относительная ошибка 0,06%. Делать расчеты с большей точностью бессмысленно даже для идеальных газов.

Но идеальные газы в природе не встречаются. Реальные газы в большей или меньшей степени отклоняются от законов идеального газа. Велико ли это отклонение? Между молекулами газов всегда существуют силы притяжения, в результате чего объем газа становится меньше, чем объем соответствующего количества идеального газа. Даже между молекулами гелия имеются слабые силы притяжения, которые приводят к сжатию газа при температуре 4,2 К и благодаря которым при температуре 0,0001 К обнаружены очень легко диссоциирующие молекулы He₂ (см. статью «Химические рекорды» в № 9, 2000). Кроме того, при достаточно высоких давлениях нельзя пренебрегать и собственным объемом молекул. Соответствующие поправки к уравнению для идеальных газов ввел голландский физик Ван-дер-Ваальс еще в 1879 году. Например, для азота (почти идеальный газ при н.у.) расчет по уравнению для идеального газа при давлении 80 атм дает ошибку 5%, а при давлении 760 атм — почти 100% (см. статью «Газы идеальные и газы реальные», 1984, № 2).

В результате уравнением для идеальных газов (и соответственно мольным объемом 22,4 л) можно пользоваться только в случае приближенных расчетов для газов с низкими температурами кипения и при невысоких давлениях. В случае же реальных газов использование значения 22,4 л/моль, как правило, приводит к

Газ	Мол. масса	d, г/л	T _{кип} , °C	V _м , л
Rn	222,02	9,73	-61,9	22,6
F ₂	38,00	1,693	-188,1	22,45
Xe	131,30	5,851	-108,1	22,44
H ₂	2,0159	0,08988	-252,8	22,43
He	4,0026	0,17847	-268,9	22,427
Ne	20,1796	0,90035	-246,0	22,413
N ₂	28,0135	1,25055	-195,8	22,401
CO	28,01	1,2504	-191,5	22,40
Ar	39,948	1,7839	-185,9	22,394
O ₂	31,9988	1,42904	-183,0	22,3918
O ₃	48,00	2,144	-111,9	22,39
NO	30,01	1,3402	-151,7	22,39
Kr	83,80	3,745	-153,2	22,38
Cl ₂ O	86,91	3,89	+2	22,34
CH ₄	16,04	0,7168	-161,5	22,30
SiH ₄	32,12	1,4	-111,9	22,3
H ₂ Te	129,62	5,81	-2	22,3
CO ₂	44,01	1,9769	-78,5 (возг.)	22,26
N ₂ O	44,01	1,9778	-91,0	22,25
C ₂ H ₄	28,05	1,2604	-103,8	22,25
CH ₃ NH ₂	31,06	1,396	-6,5	22,25
HCl	36,46	1,6392	-85,1	22,24
PH ₃	33,9977	1,5294	-87,4	22,23
SiF ₄	104,08	4,684	-95 (возг.)	22,22
HBr	80,91	3,6445	-66,8	22,20
C ₂ H ₂	26,04	1,173	-83,8	22,20
CH ₃ SiH ₃	46,12	2,08	-56,8	22,2
(CH ₃) ₃ B	55,92	2,52	-20	22,2
C ₂ H ₆	30,07	1,3566	-88,6	22,17
H ₂ S	34,08	1,5379	-60,4	22,16
HI	127,91	5,7891	-35,4	22,095
NH ₃	17,03	0,7710	-77,8	22,09
H ₂ Se	80,98	3,670	-41,4	22,07
Cl ₂	70,91	3,214	-34,1	22,06
CH ₃ F	34,03	1,5452	-78,6	22,02
(CH ₃) ₂ SiH ₂	60,14	2,73	-20,1	22,0
SO ₂	64,06	2,9269	-10,0	21,89
CH ₃ Cl	50,48	2,3076	-24,2	21,88
(CH ₃) ₂ O	46,07	2,1098	-23,6	21,84
C ₃ H ₈	44,09	2,020	-42,1	21,83
Si ₂ H ₆	62,22	2,85	-14,5	21,8
изо-C ₄ H ₁₀	58,12	2,673	-11,7	21,74
PF ₅	125,97	5,805	-84,6	21,70

большей или меньшей ошибке. Например, для сернистого газа относительная ошибка составляет 2,3%, а для изобутана — 3%. Возможные отклонения при расчетах можно видеть на примере истинных мольных объемов (V_м) различных газов, которые рассчитаны на основании молекулярных масс и экспериментальных данных по плотности этих газов при нормальных условиях (для Cl₂O экспериментальные данные экстраполированы к 0°C; точность расчета V_м определялась точностью имеющихся экспериментальных данных).



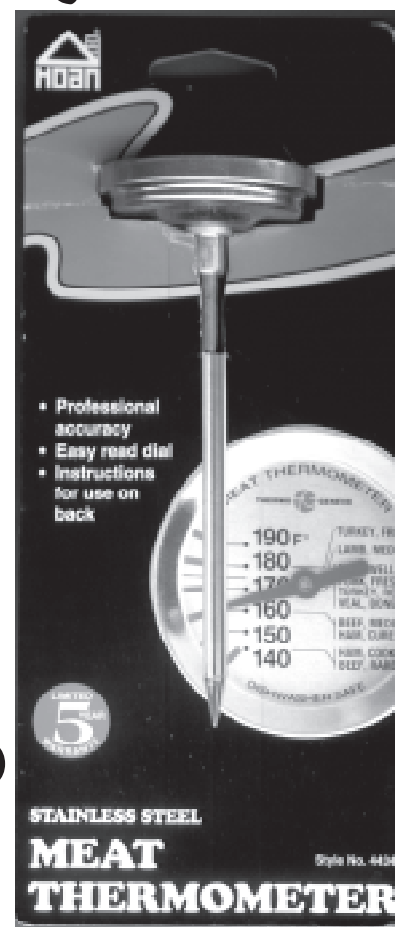
В заключение следует отметить, что для некоторых газов (по понятным причинам они не включены в таблицу) использование значения 22,4 для мольного объема не просто вносит ошибку в расчеты, но и делает их вообще бессмысленными. Это относится к веществам, пары которых сильно ассоциированы, так что плотность дает молекулярную массу, среднюю между мономером и димером, которая к тому же сильно зависит от температуры. Типичный пример — диоксид азота. Это бурый газ, плотность которого соответствует формуле NO₂ только при температурах выше 140°C. При более низких температурах это вещество находится в равновесии с димером N₂O₄, а уже при 21°C смесь мономера и димера переходит в жидкое состояние, так что ни о каком «мольном объеме при нормальных условиях» здесь и речи быть не может. Данным примером такое поведение газов не исчерпывается.

И.А.Леенсон

Индейка и теплопроводность

Наши предки ели сырое мясо, но прогресс человечества привел к тому, что мы предпочитаем вареное или жареное. Однако при взгляде на технологический процесс, результат коего скоро будет таять во рту, возникает следующий вопрос. Термометр на духовке показывает, скажем, 200 или 250°C, а птица лежит себе спокойно. Но ведь ей следовало бы взорваться, поскольку ее ткани содержат воду, давление паров которой при 200–300°C составляет десятки атмосфер.

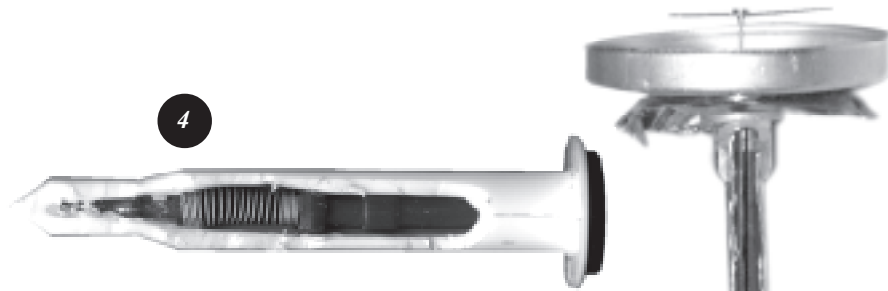
На фото 1 показан термометр для измерения температуры в готовящемся мясе. Шкала в градусах Фаренгейта охватывает диапазон от 140°F до 190°F, что соответствует 60–90°C. На фото 2 —



Алюминий в бензобаке

Ограниченность запасов нефти на планете, неоднократно разразившиеся бензиновые кризисы давно поставили перед учеными задачу — найти замену традиционному топливу. Первые электромобили появились чуть ли не одновременно с бензиновыми, однако до сих пор большинство водителей заливает в баки своих машин бензин или солярку, намного реже можно встретить автомобили на газе, а электромобилей на улицах пока не видно. Все решает экономика: бензин с необыкновенной легкостью побеждает аккумуляторы по количеству энергии, запасенной на единицу массы. Теплота сгорания бензина — около 40 000 кДж/кг (примерно такая же, как у природных горючих газов), то есть из 1 кг жидкого топлива можно извлечь более 10 киловатт-часов энергии, тогда как из аккумуляторов — обычно не более 0,2 кВт·ч на 1 кг их массы; пятидесятикратное превосходство бензина преодолеть исключительно трудно. И тем не менее появляются все новые, иногда довольно неожиданные предложения: например, заменить бензин алюминием.

Алюминий — очень активный металл. Если его лишить защитной оксидной пленки (это можно сделать, смочив поверхность небольшим количеством ртути или галлия), алюминий начнет прямо на глазах окисляться, рассыпаясь в белый порошок: $2Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$. Если такой «активированный» алюминий опустить в воду, он будет энергично реагировать с ней, вытесняя водород: $2Al + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2$. В щелочной среде реакция идет с образованием растворимого алюмината — $NaAl(OH)_4$ или $Na_3Al(OH)_6$. Растворение алюминия сопровождается выделением большого количества энергии в виде теплоты, которая в обычных условиях рассеивается в окружающем пространстве. Но можно создать устройство, в котором энергия химического процесса превращается в электрический ток. Такие устройства известны со времен первых гальванических элементов, появившихся в кон-



этом термометр в разобранном виде. Принцип действия очевиден: спиралька сделана из биметалла, внешние слои расширяются при нагреве больше внутренних, спираль разворачивается, тепловое расширение преобразуется в поворот стрелки, прикрепленной к ее концу. Но почему диапазон термометра — 60–90°C? По-видимому, температура при готовке не достигает 100°C.

На фото 3 — другой термометр, для разового контроля готовности. При достижении 180°F или 80°C из него выскакивает красный стержень. На фото 4 показан термометр во вскрытом виде. Пружина стремится вытолкнуть красный стержень из белого корпуса, но стержень склеен с корпусом в его узком конце, клей же плавится при 80°C. Похоже, мясо действительно готовится при этой температуре.

Осталось ответить на вопрос — почему в мясе 80°C, когда в духовке 200°C? Дело в том, что теплопроводность воздуха низка, нагревает он мясо (птицу) медленно, и за то время, которое идет готовка, будущий ужин успевает нагреться до указанной температуры. Конкретно, кусок мяса размером в 7 см в духовке, разогретой до 250°C, нагревается до 80°C за 30 мин. Поэтому с точки зрения сохранности витаминов, легко распадающихся при нагреве, продукты лучше готовить в духовке, чем варить или жарить, ибо теплопроводность воды велика и температура 80°C при опускании куска мяса размером 7 см в кипяток достигается за 15 мин., а на сковороде эта температура достигается минут за 20 (на среднем огне).

А можно ли нагреть продукт быстрее? Да, причем по

крайней мере двумя способами. Способ первый — нарезать мелкими кусочками. Время прогрева в теплопроводящей среде (воде, масле, соусе) примерно пропорционально квадрату диаметра, в слабо проводящей тепло среде (воздухе) — первой степени. Вариант первого способа — вогнать в мясо стержень из хорошо проводящего тепло материала, то есть металла, или так называемую тепловую трубу — устройство для интенсивной теплопередачи.

Второй способ — готовить в СВЧ-печи, которые нынче называют микроволновками. В этом случае нагрев производится тепловыделением непосредственно в куске мяса и разогреть блюдо быстро и до высокой температуры не составляет труда. И действительно, был случай, когда в мощной СВЧ-печи взорвались пирожки с капустой. Это была первая советская СВЧ-печь «Волжанка», она была установлена примерно в 1970 году в моем родном вузе для лабораторных работ студентов, а не для разогрева пирожков. Очистка камеры печи запомнилась участникам этой процедуры надолго.

Л.Намер



це XVIII века. В настоящее время их широко применяют в различных приборах, в том числе и в бытовых. В них чаще всего используют реакцию растворения цинка.

В 1962 году С.Заромб сообщил о создании первого алюминиевого элемента. Впоследствии его усовершенствовали другие исследователи. Принципиальная схема элемента очень проста. Алюминиевый анод, реагируя с электролитом, высвобождает электроны: $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$. На катоде происходит восстановление кислорода воздуха; реакция сопровождается потреблением электронов: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$. (Напомним, что названия электродов в гальваническом элементе противоположны принятым для ячейки, в которой происходит электролиз.) Электролитом может служить, например, нейтральный раствор поваренной соли. В этом случае растворение алюминия сопровождается образованием AlCl_2^{2+} , AlOH^{2+} , $\text{AlO}(\text{OH})$ и $\text{Al}(\text{OH})_3$. Выпадающий в осадок гидроксид алюминия может покрыть катод желатинообразным слоем, и элемент перестанет работать. Однако было обнаружено, что, если электролит находится в непрерывном движении, осадок образуется в виде гранул, которые нетрудно удалять. В другом варианте используют щелочной электролит, в котором алюминий образует растворимые комплексы.

Теоретически алюминиево-воздушный элемент с нейтральным электролитом должен давать напряжение 2,7 В. Однако на практике оно меньше. Причина — защитная оксидная пленка на поверхности металла, которая препятствует его растворению и требует применения специальных активаторов. Введение в анод небольших количеств ртути, галлия, индия или олова позволяет десятикратно повысить мощность элемента и получить плотность тока до 1 А/см^2 . Малая плотность алюминия ($2,7 \text{ г/см}^3$) позволяет запасать в них много энергии в расчете на единицу массы. Алюминиевые элементы в этом отношении уступают литиевым, но превосходят цинковые. Кроме того, они проще в изготовлении и менее опасны, чем литиевые.

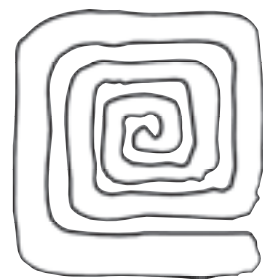
Батарею алюминиевых элементов, сконструированную американскими электрохимиками Джоном Купером и Эрвином Бэрином в Национальной лаборатории имени Лоуренса при Калифорнийском университете (США), попытались использовать для питания электрокара. Анодом служила алюминиевая пластина с добавкой 0,05%

галлия, катод был изготовлен из пористого графита с катализатором, электролит — раствор щелочи. Образующийся при работе элемента алюминат натрия несложно регенерировать; при этом образуются NaOH и $\text{Al}(\text{OH})_3$. Гидроксид натрия возвращается в раствор, а осадок гидроксида алюминия отфильтровывают и через каждые 500–1000 км пробега извлекают из автомобиля и сдают на приемный пункт, откуда его направляют на алюминиевый завод для получения алюминия.

Результаты эксплуатации опытных батарей показали, что при движении электрокара массой 1,3 тонны со скоростью 90 км/ч 1 кг алюминия будет израсходован через 20 км пробега (для сравнения: килограмма бензина обычно хватает на 15 км). Правда, батарея топливных элементов (их потребуется несколько десятков) займет значительно больше места, чем бензобак, зато в электрокаре не будет карбюратора, цилиндров, трансмиссии и прочих деталей, без которых не может обойтись автомобиль с двигателем внутреннего сгорания: их заменят небольшие электромоторы, расположенные прямо на ведущих колесах. Заменять алюминиевые пластины в батареях тоже придется намного реже, чем заливать в бак бензин.

Вроде бы все хорошо, но есть в этом заманчивом предложении один недостаток, который не позволяет широко внедрить его в жизнь. Алюминий на заводах получают с помощью электричества. Процесс этот весьма энергоемкий: на 1 кг алюминия расходуется примерно 15 кВт·ч электроэнергии. Автомобилей сотни миллионов, и простой расчет показывает, что для их исправного снабжения алюминием понадобится десятикратная мощность всех существующих электростанций. Даже если бы новые автомобили работали со 100%-ным КПД, чего не бывает, и человечество отказалось бы от других применений электричества, все равно лишь один из 10 «бензиновых» автомобилей удалось бы заменить на «алюминиевый».

И все же алюминий нашел практическое применение в качестве топлива. Но не автомобильного, а ракетного. Ведь ракета, в отличие от автомобиля, должна нести в себе не только топливо, но и окислитель (жидкий кислород, жидкий тетраоксид азота и т. п.). Для полного сжигания 1 кг алюминия требуется почти вчетверо меньше кислорода, чем для сжигания 1 кг керосина. Кроме того, алюминий может окисляться не только свободным кислородом, но и связанным, вхо-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

дящим в состав воды или углекислого газа. При «сгорании» алюминия в воде на 1 кг продуктов выделяется 8800 кДж — в 1,8 раза меньше, чем при сгорании металла в чистом кислороде, но в 1,3 раза больше, чем при сгорании на воздухе. Значит, в качестве окислителя такого топлива можно использовать вместо опасных и дорогостоящих соединений простую воду. Реакцию алюминия с водой можно осуществлять, например, в двигателях ракеты первой ступени. Расчеты показали, что при этом запас топлива, который требуется для предварительного разгона многоступенчатой ракеты, можно уменьшить в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными видами топлива. А на Венере можно было бы вообще не брать на ракету запас окислителя. В атмосфере этой планеты — 97% углекислого газа, в котором алюминий сгорает с выделением 15000 кДж на 1 кг металла: $2\text{Al} + 3\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}$.

Идея сделать из алюминия ракетное топливо не нова. Еще в 1924 году российский ученый и изобретатель Ф.А.Цандер (1887–1933) предложил использовать алюминиевые элементы космического корабля в качестве дополнительного горючего. Этот смелый проект не был осуществлен, но большинство известных в настоящее время твердых ракетных топлив содержат металлический алюминий в виде тонкоизмельченного порошка. Добавление 15% алюминия к топливу может на тысячу градусов повысить температуру продуктов сгорания (с 2200 до 3200К); заметно возрастает и скорость их истечения из сопла двигателя — главный энергетический показатель, определяющий эффективность ракетного топлива. В этом плане конкуренцию алюминию могут составить только литий, бериллий и магний, но они значительно дороже.

И.Леенсон



Восстановленное очарование мира

Имя французского ученого Давида Рюэля хорошо знакомо всем, кто занимается синергетикой, — ведь именно он и его нидерландский коллега Ф.Такенс в 1971 году развили, ввели в обиход ключевое для этой науки понятие «странный аттрактор» (и в том же году вышел русский перевод книги Рюэля «Статистическая механика»). Так что он один из активных участников синергетической революции последних десятилетий, обогатившей нас новым взглядом на природу.

Раньше физики полагали, что если они описали какой-то процесс дифференциальным уравнением и задали начальные условия, то его ход полностью определен на все времена — в нем не может возникнуть никаких неожиданностей. По словам И.Пригожина и И.Стенгерс (отрывки из их книги «Время, хаос, квант» наш журнал публиковал в 1993 году — № 9–11), в такой полностью детерминированной Вселенной время фактически отсутствовало бы — в ней не появляется ничего нового, и потому она представляет собой просто грандиозную тавтологию.

Но вот в 1963 году американский метеоролог Э.Лоренц, решая уравнение тепловой конвекции, обнаружил, что долгосрочные прогнозы погоды делать нельзя, поскольку решение очень чувствительно к малейшим изменениям начальных условий, в которых всегда есть неопределенность. В 1967 году этот вывод математически более строго обосновал американец С.Смейл, а затем появилась работа Рюэля и Такенса.

В результате удалось разобраться в сути явления, которое имеет фундаментальное, мировоззренческое значение. Его часто называют «эффектом бабочки» — взмах крыльев насекомого способен кардинально изменить циркуляцию атмосферы в масштабах планеты. Иначе говоря, огромная система может быть неустойчива по отношению к слабейшим возмущениям.

Конечно, само понятие неустойчивости не ново. Скажем, поставленный

вертикально на острие карандаш в зависимости от минимального случайного отклонения падает в ту или иную сторону, то есть начальная флуктуация усиливается и микровоздействие проявляет себя на макроуровне. Но такие ситуации в эпоху расцвета классической механики считались исключениями.

В конце XIX—начале XX века французские ученые Ж.Адамар, П.Дюгем, А.Пуанкаре уже поняли, что подобные эффекты возможны в нелинейных системах, которые встречаются в самых разных областях физики — от гидродинамики до небесной механики. Пуанкаре даже предвидел, что они будут ограничивать возможности предсказания погоды. Но тогда их идеи не были восприняты: интеллектуальная почва еще не была подготовлена, стиль мышления оставался «линейным» (сформированным на изучении систем, которые описываются линейными уравнениями).

В первой половине прошлого века советские физики (Л.И.Мандельштам, А.А.Андронов и их школы) создали теорию нелинейных колебаний. Затем появились ЭВМ, позволившие численными методами решать доселе неприступные нелинейные уравнения, и, наконец, прорыв в их изучении 60-х годов. Стало ясно, что пришло время вводить новую науку, которую по предложению немецкого исследователя Г.Хакена назвали синергетикой.

Компьютеры помогли установить, что поведение многих нелинейных систем характеризуют очень сложно устроенные графики в фазовом пространстве (они отображают изменение координат и импульсов всех частиц во времени). Множество этих фазовых траекторий фрактально, то есть оно представляет собой самоподобную (одинаково устроенную на разных масштабах) структуру с дробной размерностью — это и есть странный аттрактор. Само понятие фрактала, введенное Б.Мандельбротом, стало ключевым в синергетике, а изображение причудливого «множества Мандельброта» — ее символом. Фракталы породили новый вид живописи, которую создают компьютеры при моделировании таких систем («Химия

и жизнь» не раз писала на эту тему — см., например, 1992, № 8; 1994, № 4).

Постепенно ученые начали осознавать, что неустойчивость по отношению к малейшим изменениям начальных условий может лежать в самой основе физического мира. Хотя уравнения определяют полностью детерминированное поведение системы, неопределенность в ее начальном состоянии, которая есть всегда (хотя бы из-за квантовых ограничений на точность измерений), вносит помеху, из-за чего траектория может резко и непредсказуемо измениться. Пуанкаре писал, что стала более ясной связь между необходимостью и случайностью, детерминизмом и свободой: «Очень маленькая причина, которая от нас ускользает, определяет значительное следствие... и тогда мы говорим, что оно вызвано случайностью».

Сам Рюэль пришел к своим главным достижениям, занимаясь турбулентностью. Над этой сложнейшей проблемой на протяжении нескольких столетий бились многие выдающиеся умы — ее даже называли кладбищем теорий. Еще Леонардо да Винчи делал зарисовки возникающих в потоке воды вихрей и обратил внимание, что крупные вихри дробятся на мелкие, те — на еще меньшие. Так упорядоченное, ламинарное, течение постепенно становится на вид все более хаотичным.

Большой вклад в изучение турбулентности внесли А.Н.Колмогоров, Л.Д.Ландау, Н.Н.Боголюбов и другие наши корифеи. Рюэль в 60-е годы размышлял над теорией Ландау и немецкого математика Э.Хопфа, согласно которой в любой вязкой среде при увеличении силы, придающей ей движение (например, когда сильнее откручивают водопроводный кран), возникают колебания — сначала одной частоты, затем нескольких. По мере возбуждения большего числа мод пульсации становятся все менее регулярными по форме. В спектре появляется много отдельных частот, а когда он становится непрерывным и постоянным (в радиотехнике это называют «белым шумом»), наблюдают турбулентное состояние.

Д. Рюэль. Случайность и хаос.

Москва—Ижевск:

Регулярная и хаотическая динамика,

2001, 191 с.

Перевод с французского Н.А.Зубченко.

Тираж 2500 экз.



КНИГИ

Но Рюэль и Такенс придумали другую теорию, основанную на свойствах нового математического объекта — странного аттрактора. В итоге работы этих и многих других авторов изменилось само понимание турбулентности, хотя окончательная теория тут еще не создана.

Если раньше турбулентное течение рассматривали как совершенно хаотичное, то теперь поняли, что в нем взаимосвязаны события, происходящие на разных пространственных и временных масштабах; отдельные моды независимы — между ними происходит перераспределение энергии. Турбулентность соответствует когерентному движению мириадом частиц, и с этой точки зрения переход от ламинарного течения к турбулентному есть процесс самоорганизации (такую идею развивал недавно скончавшийся профессор МГУ, автор книги «Статистическая теория открытых систем» Ю.Л.Климонтович).

Значит, надо различать равновесный тепловой и неравновесный турбулентный хаос. В классической термодинамике наиболее беспорядочным, хаотичным, считалось движение молекул газа в состоянии его теплового равновесия. Но в неравновесной термодинамике, имеющей дело с диссипативными, рассеивающими энергию системами (теорию которых разработал И.Пригожин), существует и другой хаос, возникающий вдали от положения равновесия. Причем именно там система становится сверхчувствительной к малым возмущениям.

Важно, что это могут быть не только случайные помехи, но и резонансные, как бы акупунктурные воздействия к ним. Как мы знаем, радиоприемник выделяет и усиливает слабый сигнал, если он настроен на него. Так же способна вести себя и нелинейная система, улавливая, казалось бы, неразличимые среди множества других, более сильных, «полезные» сигналы и адаптируясь к ним. И тут уже проявляют себя не силовые, а информационные взаимодействия; возможно, именно они обеспечивают целостность мира — когерентное, согласованное поведение его частей.

Пригожин и Стенгерс говорят, что синергетическое видение возвращает нам в какой-то мере утраченное современной наукой ощущение очарования мира (*le réenchantement du monde*).

«Суха теория, мой друг...» Теперь она стала менее сухой и механистичной, а сама физическая реальность — более непредсказуемой, соиздательной, как бы одушевленной.

Синергетика по-новому высветила многие старые проблемы. Например, один из главных принципов статистической физики — необратимость, с которой связаны представления о стреле времени и тепловой смерти Вселенной. Оказалось, что она тоже может быть обусловлена неустойчивостью по отношению к начальным условиям. Это стало ясно после того, как в 70-е годы советский физик Я.Г.Синай рассмотрел бильярд с искривленными стенками (их выпуклости обращены к центру стола). От соударений шаров с такими стенками их исходно близкие траектории расходятся; можно сказать, что выпуклые стенки рассеивают шары так же, как выпуклое зеркало — световые лучи.

Так вот, молекулы идеального газа Больцмана ведут себя наподобие шаров в этом бильярде — столкновения молекул друг с другом приводят к мгновенному разбеганию их траекторий, начальные отклонения экспоненциально усиливаются. Поэтому для возвращения газа в исходное состояние необходимо бесконечно точно подогнать значения координат и скорости каждой частицы, что, конечно, невозможно.

Этот эффект разбегания траекторий можно попытаться геометризовать. Сейчас фазовое пространство обычно считают просто многомерным евклидовым, но ведь есть различные неевклидовы геометрии. Скажем, на сфере все исходящие из одной точки (из Северного полюса) прямые сначала расходятся, а затем начинают сходиться к другой точке (к Южному полюсу). А вот в геометрии Лобачевского они очень быстро разбегаются, и уже навсегда (Рюэль отметил, что такую геометрию как модель неустойчивости к начальным условиям рассмотрел еще в 1898 году Адамар).

Синергетические представления сейчас применяют в биологии, экономике, психологии, даже в истории, где стремятся понять соотношения закономерного и

случайного, роль отдельных личностей, и Рюэль касается всех этих вопросов. Правда, по его мнению, в последние годы получение принципиально новых результатов в синергетике замедлилось. А значит, она перестает быть модной наукой и уже не будет привлекать к себе случайных людей. Теперь для нее пришло время осмысления, а этот вид деятельности далеко не каждому по плечу.

Автор книги справился с поставленной задачей — он сумел охватить с единой точки зрения широкий круг проблем: квантово-механическую случайность, термодинамическую необратимость, измерение сложности и теорему Геделя, биологическую эволюцию и черные дыры... Он отмечает растущую роль понятия «информация», описывает разные подходы к ее определению и измерению (см. «Химию и жизнь», 1995, № 3).

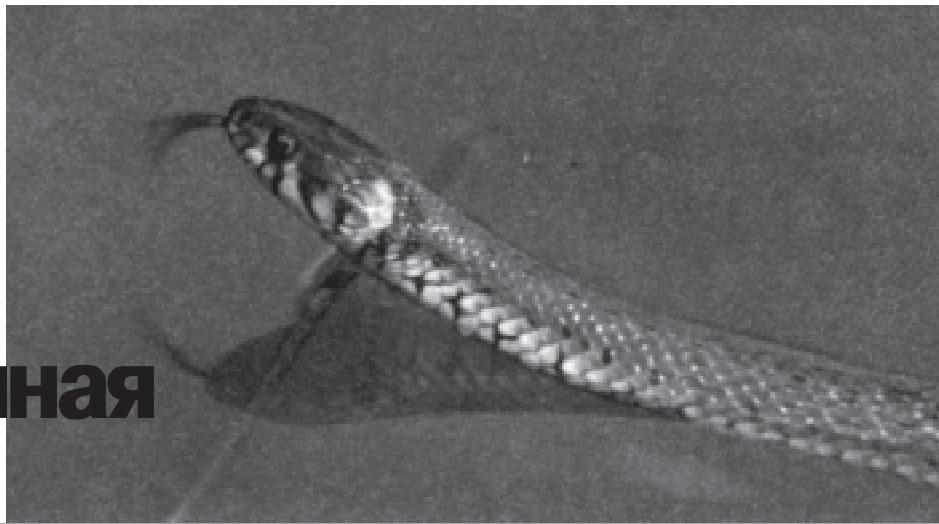
(Кстати, недавно вышла большая книга Е.Н.Князевой и С.П.Курдюмова «Основания синергетики», в которой тоже осмысливаются близкие проблемы; рецензия на их предыдущую книгу «Законы эволюции и самоорганизации сложных систем» была напечатана в июньском номере нашего журнала за 1995 год.)

Рюэль заметил, что большинство его коллег в детстве увлекались химией (ставили опыты на кухне) либо раскурочивали будильники и радиоприемники; сам он «химического происхождения». В зрелом возрасте занимался колебательными реакциями, изучал химический хаос.

Книга написана лично, и это особенно ценно. Она содержит не всегда лестные для научного сообщества наблюдения о царящих в нем нравах. Автор предвидел, что подобная откровенность понравится далеко не всем его коллегам, однако он говорит: «Я не приношу никаких извинений: если наука — это познание истины, то разве человек не должен быть столь же правдив и в отношении того, как она делается?»

Л.Каховский

Обед — лягушка, фаршированная витаминами



Весной на Птичьем рынке и возле метро часто продаются только что вышедшие из зимней спячки водяные (*Natrix tessellata*) и обыкновенные, или сухопутные (*N. natrix*) ужи. Предприимчивые люди ловят их во время первой оттепели возле болотистых пригородных речушек. Такие ужи довольно часто попадают к неопытным любителям под видом «разведенных», то есть выросших в неволе, и в большинстве своем погибают (гораздо реже их выпускают на волю). Три водяных ужа достались и мне как подарок — младшая сестра уговорила неудачливого продавца отдать их ей, а не выбрасывать на ближайший газон. Добрый поступок, как всегда, не прошел без последствий.

Сложности начались сразу же: ужам нужен просторный террариум с большим водоемом и несколькими укрытиями, довольно мощным подогревом, хорошим освещением (примерно таким же по интенсивности и суточному ритму, как в природе) и грунтом, задерживающим влагу (мхом). В террариуме надо поддерживать температуру 24–26°C днем и около 18°C ночью. Его можно купить или сделать самим, а мох — приобрести в зоомагазине, на Птичьем рынке или самим собрать на болоте за городом. Мы не искали легких путей и сделали террариум сами. Для этого взяли старый столитровый аквариум (можно было бы взять и больший, но другого не оказалось), из него убрали одно из обзорных стекол и заменили фанерой, в которой предварительно насверлили небольших (диаметром 3–4 мм) отверстий; сверху сделали крышку из очень мелкой сетки. Отверстия сбоку необходимы для хорошей вентиляции, иначе воздух застаивается, делается сырым. Сквозь сетку провели провода и на фанерной стенке установили лампу накаливания для обогрева. Можно было взять и специаль-

ный обогреватель и лампу дневного света для собственно освещения. Обогреватель или лампу накаливания надо защитить мелкой пластиковой сеткой, чтобы змеи не обожглись (металлическая сетка будет нагреваться). На одной из боковых стенок закрепили термометр, на дно поставили фотокувету — водоем, а вокруг все выстелили мхом. Устроили укрытия из разбитых цветочных горшков, а возле водоема для придания кувете устойчивости и облегчения регулярной линьки ужей положили несколько крупных кусков гранита (можно использовать песчаник) — о камни они будут тереться, стаскивая старую шкуру.

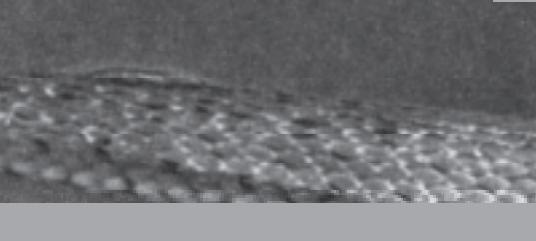
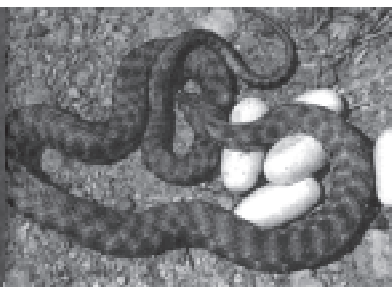
Когда террариум был готов, настала пора переселять ужей из затянутого сеткой таза в нормальное жилище. Новоселы очень активно исследуют новую жилплощадь. Они поднимаются по стенкам, насколько это позволяет длина их тела, пытаются выбраться через сетку на потолок (поэтому важно, чтобы она была достаточно мелкой), проползают через водоем и обследуют укрытия. Особым вниманием пользуются именно укрытия, а также водоем и лампа; если змей несколько, то они располагаются именно в этих местах.

Наконец, ужи успокоились и греются под лампой или принимают ванну, но скоро придет время подумать и о еде. Начинающие змеевладельцы часто с удивлением узнают, что ужи не желают есть то, что, по словам продавца, они должны есть. Нам продавец говорил, что в меню этих змей входят мороженая рыба, мясной фарш и молоко — но это распространенное заблуждение. На самом деле водяные ужи едят в основном лягушек и меньше — мелкую живую рыбу, сухопутные — еще и мышей. Все это можно купить в зоомагазине или на Птичьем рынке, но на рынке вы рискуете купить корм, пораженный гельминтами, и заразить свое животное. Кормить ужей надо раз в три-четыре дня. Кормовые ля-

гушки должны быть не слишком крупными, иначе уж срыгнет или произойдет закупорка пищеварительного тракта с возможными летальными последствиями. Для тридцатисантиметровой змеи на один раз нужна одна лягушка длиной примерно четыре сантиметра или две поменьше. Для самых маленьких, с карандаш (иногда продают и таких) — мыша-та-голыши либо маленькие, в 1–1,5 см, лягушки. Кормить ужа можно как живым, так и размороженным кормом, но размороженную рыбу можно давать только изредка, причем только целую. С живым кормом уж разберется сам, а размороженную еду придется брать пинцетом, подносить питомцу головой вперед и слегка покачивать — змея реагирует лишь на подвижные предметы. Но, давая ужу размороженный корм, вы лишаете себя занимательного зрелища змеиной охоты.

Для наблюдения взаимоотношений между змеей и ее жертвой можно поселить лягушек прямо в террариум и кормить их мотылем или мучными червями. Чтобы червь, недоенный лягушками, не размножился сверх меры, поместите в водоем некрупных живородящих рыбок (они быстрее воспроизводятся и неприхотливы), которые будут одновременно и устранять излишки лягушачьего корма, и разнообразить меню ужей. Таким образом вы не просто заведете ужей, а сотворите биоценоз.

Если к вам попадет не выросшая в домашних условиях, а выловленная и ослабленная змея, то ей может понадобиться принудительное кормление. Для него подойдет мелкая рыба или маленькие узкие полоски мяса, смоченные в яичном желтке для улучшения скольжения корма по пищеводу. Змею надо взять за голову, слегка нажать с боков и оттянуть пинцетом нижнюю челюсть. Кусочки мяса или рыбы с помощью пинцета вводят в пищевод. При некотором навыке с кормежкой справляется один человек. Еду надо



запивать — и не чем попало, а водным раствором витаминов и минеральных веществ, который продается готовым в зоомагазинах. Его дают в шприце без иглы.

Перед тем как выпустить ужей в террариум, их надо внимательно осмотреть — нет ли на коже повреждений (язв, пузырьков, ран, ожогов), паразитов или подкожных вздутий. Небольшие повреждения кожи необходимо очистить от омертвевших тканей и обработать любыми ранозаживляющими мазями, а если заживает плохо — обратиться к ветеринарному врачу, чтобы змея не заболела микозом. Кожных паразитов (клещей) следует искать в основном в области головы. Когда их немного, достаточно бывает намазать пораженное место оливковым маслом, но, если много, лучше опять-таки обратиться к врачу. Подкожные вздутия — верный повод для похода к ветеринару, так как это, скорее всего, подкожная форма гельминтоза или абсцесс, гнойное воспаление. То и другое требует оперативного вмешательства и лечения. В первое время надо следить за калом змеи, так как появление слизи или гнилостного запаха может свидетельствовать о паразитарном или инфекционном заболевании. Для профилактики инфекций надо ежедневно менять воду в кювете и следить за чистотой подстилки, а раз в несколько месяцев менять ее.

Но это еще не все сложности. Нехватка витаминов или вирусные инфекции могут вызвать у ужей развитие стоматита, болезненного и сложного в лечении заболевания. Придется и посетить врача, и самим изрядно постараться: регулярно промывать пораженную ротовую полость и давать больному витамины. Для этого проще всего вколоть их в лягушку, которую вы собираетесь ему кормить (витамины вводят шприцем в брюшную полость кормового животного). Получается лягушка, фаршированная витаминами. Таким способом мож-

но давать ужу не только витаминные препараты, но и лекарства.

К моменту ежегодной линьки тоже нужно быть готовым. Вас может напугать то, что у змеи помутнели глаза, но это всего лишь признак приближения линьки, а вот если на коже появились лохмотья — это тревожный признак. У змеи может не получиться сбросить старую кожу целиком. В этом случае, прежде чем заняться поиском ошибок в содержании или кормлении, надо помочь ужу отлечь: сделать ему теплую (негорячую) ванну, а когда кожа размокнет, снять ее аккуратными вращательными движениями. Если при снятии кожи с головы с глаз не снимутся ороговевшие чешуйки, их надо аккуратно удалить пинцетом. А после этого стоит проконсультироваться со специалистом — где в питании или содержании ужа вы допустили ошибку.

В момент линьки из-за мутных отмерших чешуек на глазах змея очень плохо видит. В это время ужа можно фотографировать без вреда для его здоровья (в обычное время фотовспышка для змей очень вредна), однако в период линьки змея становится более агрессивной, может перепутать вашу руку с пищей или врагом и укусить. Названные выше виды ужей не ядовиты, но от укуса ранка может воспалиться, поскольку змея не чистит зубы. Поэтому если уж вас укусил, действуйте, как учили в пионерлагере: расширьте немного ранку и дайте стечь крови. Чтобы окончательно вас напугать, добавим, что иногда «шутники» продавали около метро под видом ужей вовсе не ужей... И если вы любитель приключений и купили нечто чешуйчатое не у знакомого человека, который разводит ужей, а на рынке или у метро, сходите в зоопарк, покажите ваше приобретение и внимательно выслушайте, что вам скажут.

В природе ужи впадают в зимнюю спячку, а поэтому стоит обеспечить этим змеям зимовку и в неволе. Для этого необходимо на четыре-пять месяцев понизить температуру в террариуме до двух-пятнадцати градусов — то есть выключить внутренний подогреватель и, может быть, перенести террариум в более прохладное помещение (на лоджии) или поставить на подоконник. Во время зимовки

следите, чтобы температура в террариуме падала постепенно и не опускалась ниже плюс двух градусов.

Возможно, вы захотите выяснить, какого пола ваш питомец, а может, и найти ему пару, чтобы понаблюдать, как змеи размножаются. Тогда обратитесь к опытному герпетологу, который определит пол вашей змеи и скажет, что надо изменить в вашем террариуме для успешного продолжения змеиного рода.

Для поездок к специалистам или просто перевозок змеи из одного помещения в другое вам понадобится мешочек из плотной хлопчатобумажной ткани, горловина которого затягивается крепким шнурком. Шнурок не должен быть из капрона или других скользких материалов: иначе не исключено, что во время транспортировки змее удастся растянуть узел и сбежать. Отлавливать ужа из террариума можно руками, а можно специальным крючком из толстой (около пяти-шести миллиметров) стальной проволоки. Но пользоваться крючком надо очень осторожно, чтобы не травмировать ужа.

Повстречаться с водяным ужом можно не только на рынке или в зоомагазине, но и возле болотистых водоемов. В этом случае вам будет интересно узнать, с кем вы столкнулись, особенно если захочется потрогать свою находку. У ужа голова плавно переходит в туловище, тогда как у ядовитых змей из-за наличия ядовитых желез имеются широкие выступающие «скулы». Тело ужа переходит в хвост плавно, а у ядовитой змеи с видимым сужением. Что касается легендарных желтых пятнышек, то они есть только у обыкновенного ужа, а у водяного ужа их нет, зато на спине виден рисунок, похожий на рисунок на спине гадюки. Поэтому, встретив в лесу или на берегу водоема змею, не торопитесь ни брать ее в руки, ни бить по ней палкой (впрочем, бить змею не стоит вообще, лучше ее почтительно обойти), а внимательно рассмотреть ее и понять, кого вы встретили.

И если все изложенное выше вас не смущает и вы готовы обеспечить удобства столь капризному питомцу, остается пожелать удачи — вам и ему.



Так обмывают мамонтов...

**Надежда
Маркина**

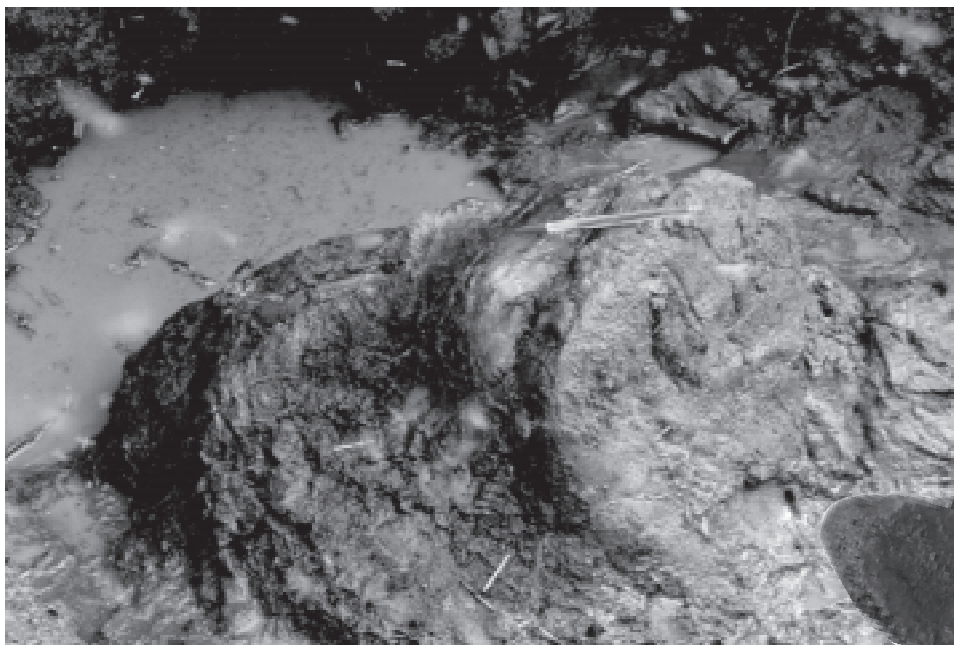
Мамонт скорее жив, чем мертв?

Участники экспедиции с трофеем

Летом прошлого года международная российско-японская экспедиция раскопала две хорошо сохранившиеся ноги мамонта (по предварительному сообщению, самца) к северу от Якутска. Казалось бы, ничего особенного: сколько уже мамонтовых останков, законсервированных в вечной мерзлоте, теперь хранится в лабораториях и музеях! Однако на этот раз экспедиция преследовала необычную цель, которая может показаться фантастической.

Дело в том, что японские ученые всерьез собираются клонировать мамонта. (Об этом проекте см. «Химию и жизнь», 1999, №4) Для клонирования им необходимы живые клетки, из которых можно взять генетический материал. И вот за этим-то материалом отправилась экспедиция, в которой участвовали биологи из Инсти-





Фотографии из архива «МНТЦ»



ИНФОРМНАУКА



тута прикладной экологии Севера в Якутске, новосибирского ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор», а также японские ученые из нескольких научно-исследовательских центров. находка поджидала исследователей в мерзлом грунте на склоне высохшего русла правого рукава реки Максунуоха близ поселка Юкагир к северу от Якутска. Ценные останки не откапывали, а отмывали сильной струей воды. На свет извлекли две ноги мамонта с мышцами и кожей, покрытые рыжей шерстью, поместили их в холодильник и переправили в Якутск, где находится всемирно известный Музей мамонта.

Затем за дело взялись ученые из ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор». Их поиски увенчались успехом: сотрудник института Олег Таранов обнаружил в подкожной клетчатке слой хорошо сохранившихся клеток. Самое важное, что они имеют целое, неповрежденное ядро. «Мы условно можем считать эти клетки живыми, — объясняет руководитель программы, директор НИИ «Коллекция культур микроорганизмов» В.Е.-

При примерке оказалась великовата



Мясо и рыжая шерсть хорошо сохранились в природном могильнике

Репин, — поскольку после изъятия из тела мамонта в полевых условиях их зафиксировали в формалине для того, чтобы они сохранились. Но ненарушенная внутренняя структура этих клеток позволяет нам рассчитывать на то, что в остальных, замороженных, тканях существует такой же слой клеток». В планах ученых на будущее — разморозить эти клетки и попытаться вырастить их в культуре, а затем выделить из них ДНК.

Можно надеяться, что найденные клетки подойдут для попытки клонирования. Пока о планах японских ученых известно лишь то, что вынашивать предполагаемый мамонтовый клон предстоит самке индийского слона. Однако всем известная по телепередачам методика клонирования — пересадка ядра соматической (неполовой) клетки в яйцеклетку животного, которое станет «приемной матерью» клона — в данном случае может не сработать. Даже если клетки мамонта действительно окажутся живыми и будут расти на питательной среде, неизвестно, выживет ли мамонтовое ядро в слоновьей цитоплазме и получится ли жизнеспособный зародыш. Все-таки слон и мамонт — разные биологические виды.

Попытки межвидового клонирования в последние годы предпринимались несколько раз, и, несомненно, будут и другие. В основном речь идет о спасении редких видов животных. Первым полностью успешным опытом

Это не лопатка, а целая лопата

следует считать клонирование в 2001 году муфлона — редкого дикого барана, обитающего на территории Корсики, Сардинии и Кипра. В эксперименте итальянских ученых домашняя овца благополучно родила ягненка муфлона, который, насколько нам известно, до сих пор жив. (Кстати, в этом случае для клонирования использовали клетки мертвых животных, правда, не многовековой давности.) А вот попытка знаменитой исследовательской компании «Advanced Cell Technology» из Массачусетса клонировать другое копытное из Красной книги, дикого азиатского быка гаура (в роли суррогатной матери выступила, естественно, корова) окончилось сомнительным результатом: теленок по имени Ной прожил всего 48 часов. Как бы то ни было, возможно, для создания клона удастся использовать хромосомы мамонта или фрагменты его ДНК.

Если же надежды не сбудутся — исследователи продолжают поиски. Ведь пока состоялась только первая экспедиция по проекту МНТЦ «Изучение макро- и микроорганизмов, извлеченных из вечной мерзлоты». На следующий год совместные исследования будут продолжены: в первую очередь российских и японских ученых привлекает остров Большой Ляховский в Карском море.



Три взгляда на часы

I. Циклическое время

Шопенгауэр писал, что сон и явь — это страницы одной книги: читая ее от начала до конца, мы живем; перелистывая наугад — грезим.

Х.Л.Борхес

Идея циклического времени — то есть ситуации, когда последовательность всех событий начиная с какой-то точки повторяется, причем с том же порядке — не является новой. Перечень разных ее вариантов занял бы много места; достаточно полный анализ есть у Борхеса. Однако эти модели не затрагивают вопрос о первом и последнем циклах, который мы и рассмотрим.

Циклическое может быть разной. Простейшая — точная цикличесность. Борхес утверждает, что она невозможна, так как слишком маловероятна. Есть очень простой контраргумент — малые неточности, по-видимому, не имеют значения, ибо не направляют развитие мира по другой траектории. Кажется очевидным, что изменения, вполне большие на атомном уровне (например, расположение атомов в пасте шариковой ручки или их количество), вовсе не влияют на судьбы мира. Ну выкину я этот стержень, ну вставлю другой В такой ситуации полностью теряет смысл вопрос, в каком цикле мы находимся. Точнее, он становится тривиальным: ответ — в бесконечном. Ибо они, циклы, были и будут всегда. К слову: у писателей иногда случаются забавные прозрения, например В.Шендерович написал: «Относительно маятника: Вселенная мотается туда-сюда».

Можно представить себе иные модели. В циклах может накапливаться энтропия, как у А.Д.Сахарова в его модели «многолистной Вселенной», которая, по существу, и есть модель циклического времени. Что происходит в итоге? Либо существует суперцикл, в котором один цикл — это последовательность циклов с нарастающим энтропии (идея, близкая древнеиндийской космогонии), либо супер-



Художник М.Златковский

Михаил Златковский награжден премией союза журналистов «Золотое перо» в юбилейный для российской прессы 2003 год. Миша, поздравляем! Мы рады за тебя. Уверены, эта премия — не последняя.



цикла нет, и эта закономерно изменяющаяся последовательность — единственная. В этом случае, поскольку от цикла к циклу что-то изменяется (например, та же энтропия), циклы могут быть разными, и возможно существование первого и последнего циклов. Люди верующие могут назвать их «царством Бога». Спрашивать — что было до и после них? — бесполезно, ибо по собственным часам этой Вселенной данные два цикла бесконечны. Разумеется, возможен вариант с двумя «царствами Божиими» — в начале и в конце, когда число циклов конечно. Итак, мы имеем одну схему с бесконечным числом одинаковых циклов и четыре схемы с разными циклами — бесконечную в обе стороны, две полубесконечные и одну конечную.

Естественно, как это и предполагал Сахаров, в конце каждого цикла может происходить поворот «стрелы времени», и тогда последовательность событий обращается. Но в данном случае это не имеет значения. Заметим также, что весьма популярная модель Большого взрыва не противоречит ни одной из этих гипотез. Современная физика не дает ответа на вопрос, что было до и после сингулярности, — она утверждает, что сингулярность в том виде, в каком она получается из простых моделей, по видимому, не реализуется, поскольку противоречит, например, квантуемости пространства. Поэтому физика честно говорит, что наше сегодняшнее представление о ситуации ограничено и мы не знаем, как именно устроена сингулярность, что было до и что будет после нее.

Остался еще один вопрос — свобода воли. Она нисколько не противоречит моделям с разными циклами. Действительно, в модели с разными циклами свобода воли может существовать — что с того, что «я» в предыдущем цикле делал «что-то»? Новый цикл может быть иным. В модели с одинаковыми циклами ситуация сложнее, поскольку в предыдущем цикле «я»

делал «что-то» и, стало быть, должен делать это же «что-то» в другом цикле. Ослепительной молнией сверкнувшая в вашем мозгу мысль о том, что мы находимся в первом цикле и наша свобода воли — последняя во Вселенной — красива, но неверна. В модели бесконечных одинаковых циклов нет «первого», и в нем свобода воли невозможна. Это является психологическим — но не физическим — доводом «против». В модели конечного числа циклов или в одной из полубесконечных моделей первый цикл есть, но это уже не имеет значения — во всех моделях с разными циклами свобода воли возможна и так. В получившуюся схему укладываются все рассмотренные в литературе модели.

II. Многомерное время

«Грядущий мир» — словосочетание обманчивое. Оно вовсе не означает некое абстрактное понятие, относящееся к чему-то, что пока отсутствует. «Грядущий мир» существует параллельно с нашим, но скрыт от человеческих глаз

Рабби Моше
бен Маймон
(1135–1204)

Известно несколько групп моделей многомерного времени. В первой группе осуществляется перемещение в иное время (прошлое или будущее) того же пространства. В этом случае возникает ряд проблем. Например, нарушение причинности и свободы воли, «петли» и неоднозначности. Разработка моделей первой группы идет по линии рассмотрения этих проблем. В моделях второй группы перемещение в другое время происходит одновременно с перемещением в другое пространство. При этом перечисленные проблемы не возникают, но становится неясно, что такое «другое время», ибо как связать «времена», относящиеся к разным пространствам? Существуют модели синтетические, в которых перемещение происходит в пределах того же пространства, но при попытке нарушения причинности возникает «развилка», то есть два мира, в дальнейшем не связанных — один старый, а второй — с произведенным изменением. Вопрос о явной энергетической несоразмерности причины и следствия у авторов обычно не возникает; но, между прочим, они подходят к истине очень близко. В биологии малое событие может в принципе иметь большие последствия

(Р.Брэдбери с его бабочкой был не так уж не прав) — изъятие одной особи способно привести к эволюционным событиям. Но закладывать такую, скорее всего маловероятную, возможность в фундамент теории не хочется. К счастью, это и не нужно — вполне возможен переход в другой мир, который уже существовал, а не был сотворен в ключевой момент.

В литературе рассматривались модели, в которых темп времени, то есть частота следования событий, которыми мы определяем ход времени (например, качание маятника), зависит от других событий. Запомним эту идею и пойдем дальше.

В литературе несколько раз упоминались модели, в которых время не одномерно. Идея более или менее естественная — если пространство трехмерно, то почему бы и времени не быть, например, двумерным? Что означает многомерность пространства? Возможность изменения одной координаты без изменения другой. Впрочем, можно двигаться, изменяя одновременно обе координаты. По аналогии: наличие многомерного времени означает возможность перемещения по одному времени без изменения другого.

Предлагаемая гипотеза не является чем-то очень оригинальным — она есть комбинация двух вышеприведенных, то есть гипотезы о многомерном времени и гипотезы об управлении временем посредством поступков. Причем объяснительная сила такой синтетической гипотезы — назовем ее гипотезой многомерного управляемого времени — оказывается весьма велика. Согласно принятой на сегодня естественно-научной парадигме, это и есть критерий истинности и значимости теории.

Гипотеза многомерного управляемого времени: время многомерно (в частности, двумерно), причем перемещение по осям времени (по оси t_1 , t_2 , t_n) обусловлено происхождением событий групп 1, 2n. Например, все наши обычные поступки — это события группы 1, и они обеспечивают течение времени t_1 — обычного времени. Причем если я перестану что-либо делать, время все равно будет идти, поскольку другие события группы 1 происходят будут. События группы 2, субъективно воспринимающиеся как «судьбоносные», вызывают сдвиг по оси t_2 — то есть такое изменение мира, при котором он дальше будет двигаться по оси t_1 по другой траектории. Разумеется, в реальной жизни принадлежность поступка к группе 2 может быть оцене-



на ошибочно (возможны ошибки обоих типов). Естественное развитие этой модели — обобщение на число временных измерений, большее двух, но принцип уже ясен.

Как выглядит в этой модели путешествие во времена динозавров и возвращение в современность (нечто подобно описанному Брэдбери)? Если при путешествии в прошлом совершен «значимый» поступок, то траектория изменяется, и, попав в «настоящее», мы попадаем в то же t_1 , но уже другое t_2 ! Поэтому никакие петли, нарушения причинности и т. п. не возникают. Разумеется, мы не утверждаем, что путешествие в прошлое возможно — мы анализируем ограничения. Некоторые журналы, более чем вольно толкуя высказывания некоторых физиков и помещая на обложку более чем лихие утверждения — то о скорости больше скорости света, то о путешествии во времени, — пытаются привлечь читателей. Однако на эту приманку они привлекают не читателей, а любителей ярких обложек.

В заключение отметим еще раз, что эта модель, в отличие от модели с расщеплением, более детерминирована и, если угодно, эмоционально более «жестока». В ней последствий поступка (в отличие от модели с развилками) не избежать. Субъект, который совершает (или не совершает) поступок и существенно изменяет наш мир (или упускает такую возможность), всегда оказывается в том мире, где этот поступок совершен (или где эта возможность упущена).

III. Пространство, как время

пространство приобрело бы вид времени, поскольку мы не можем двигаться в пространстве назад

Ст. Лем. Фиаско

Известна шутка: «Как в одной фразе объединить пространство и время? — Ройте канаву от забора и до обеда». Шутка шуткой, но вдруг это и вправду можно сделать? Во многих научно-фантастических произведениях время рассматривается как пространство. В нем путешествуют назад и вперед, ставят преграды (Азимов) и так далее.

Странно, но никто не пытается поступить наоборот — рассмотреть пространство как время. Сейчас мы покажем, что такое рассмотрение впол-

не возможно и влечет некоторые интересные следствия. Прежде всего определим формально понятия пространства и времени. Рассмотрим для простоты нерелятивистское приближение, когда время во всем пространстве одно и то же и все точки пространства достижимы за нулевое время. Все точки пространства — времени описываются четверкой независимых чисел $[x, y, z, t]$. Пусть имеются элементарные события, например некая точка $[x, y, z]$ в момент $[t]$ либо светится, либо нет. Чем в этом случае отличаются временная и пространственные координаты? Тем, что мы знаем нашу функцию (светится или нет) для всех $[x, y, z]$, но только для $t < t_0$, где t_0 — текущий момент, то есть для прошлого (здесь слово «всех» — следствие нерелятивистского приближения). Введем понятие «память». Память — это то, что хранит данные о всех состояниях $[x, y, z, t]$. Что значит «время идет»? Это значит, что в памяти появляются данные о новых $[x, y, z, t]$, где именно t — новое. Причем значения t — так уж принято считать — увеличиваются.

Между прочим, мы как-то молча согласились, что пространственных координат — три, а временная — одна. Разумеется, это не обязательно так, и можно было бы обсудить другие ситуации, но нам важно рассмотреть понятие «путешествие». Путешествие в пространстве — это изменение координат $[x, y, z]$ в некоторой выделенной ячейке памяти (изображающей путешественника). При этом t в этой ячейке — то максимальное t , сведения о четверках $[x, y, z, t]$ с которым имеются в памяти (точнее, о событиях в таких точках), т. е. это t — «текущее время»: прошлое мы знаем, а будущее — нет. Путешествие во времени — это изменение t в этой ячейке: уменьшение (путешествие в прошлое), увеличение, но до t (возвращение из прошлого), увеличение сверх t (путешествие в будущее).

Теперь перейдем к тому, ради чего мы городили огород. Рассмотрим ситуацию, в которой в памяти есть $[x, y, z, t]$ со всеми t , но не со всеми x , причем перемещение по x происходит так, как обычно происходит перемещение по t — с ограничениями. В этом мире все предопределено, но не везде. Ничего особенно странного в этом нет. Мы и так никогда не знали, что находится за соседним забором. Далее, в памяти-то данных о $[x, y, z, t]$ с этими x — нет, но что с того? Путешественник попасть туда может. Собственно, эту идею разрабатывал Шекли («искаженный мир»). Так что в мире,



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

где $[x]$ ведет себя, как $[t]$ в нашем, если кому-то мешает предопределенность (или полиция), он просто ныряет в другую часть мира. Другое дело, что никто не знает, что он там делает и вернется ли он оттуда.

Если возможна такая «сшивка» миров, что какой-то из x -миров сшит с каким-то из t -миров, то путешественник по x -миру, уходящий в «иной» мир, одновременно приходит в t -мире из-за границы (например, в нашем t -мире). Ситуация, напоминающая эту, описана в финале «Желтой стрелы» Пелевина. Путешественник, вышедший за границу пространства (из собственно «Желтой стрелы»), явно пересекает границу времени в каком-то другом мире. Конечно, он описывает это чисто художественными средствами.

Идея, что в разных областях Вселенной действуют несколько разные физические законы или различаются значения физических констант, известна, хотя высказывалась нечасто (см., например: А.Теста, «Новая космогония», 1971). При этом возникает любопытная проблема, решение которой пока не найдено. Как указывает И.Л.Розенталь в книге «Геометрия, динамика, Вселенная» (1987): «...ранее Метагалактика была разбита на множество причинно не связанных областей. Этот факт превращается в серьезную проблему, если его сопоставить с поразительной изотропией Метагалактики. Как различные части Метагалактики, причинно не связанные между собой, могли подстроиться друг к другу так, чтобы возникла совершенно изотропная (сферическая или квазисферическая) геометрия?» Впрочем, эта проблема уже не имеет отношения к главной теме данной статьи.

Л.А.Ашкинази





Картинки из прошлого

Первые карманные приемники и шельмование последнего врага народа

Первым в Англии об исходе битвы при Ватерлоо узнал Ротшильд — по голубиной почте. И за один день распродал французские ценные бумаги. Аналогичный случай произошел летом 1953-го, но фора равнялась всего одному часу. Вот эта история.

В конце 30-х годов сложился ритуал: как только очередного деятеля объявляли врагом народа — начиналось всенародное шельмование. В школах по команде учителей дети замазывали чернилами портреты и упоминания в текстах. После смерти Сталина такое случилось единственный раз.

До войны в городе Энгельсе — столице АССРНП (немцев Поволжья) было пять немецкоязычных вузов. После 1941-го вузы стали не нужны; здание крупнейшего из них — пединститута — заняло военное училище, готовившее в 50-х годах офицеров-связистов для всех родов войск и флота. Командование поощряло радиолюбительство. После войны появились миниатюрные радиолампы и малогабаритные батареи для слуховых аппаратов — из них строили карманные приемники (весом менее килограмма — чудо техники!): от обычного наушника из кармана в ухо тянулась резиновая трубка.

Летом 1953-го училище, кроме выпускного курса, отправилось в лагерь. По уставу продолжалась караульная служба: один из постов — на плацу, где по периметру — плакаты с выписками из уставов, текстом присяги, государственного гимна, портреты вождей, укрытые от осадков стеклом.

Выпускник-караульный стоял на плацу предрассветную вахту и слушал первую передачу последних известий —

в пять утра, после ночного перерыва. Впервые объявили, что Л.П.Берия — маршал, зампред Совмина, член Президиума ЦК КПСС и прочая и прочая — разоблачен как враг народа и агент иностранных держав.

Отличник боевой и политической подготовки тренированным движением снял с плеча карабин, подбежал к портрету и ударил прикладом. На звон стекла прибежал дежурный офицер и увидел, как выпускник топчет уже изодранный портрет... Резервный караул разоружил однокурсника, офицер, дрожа, кричал про трибунал, а арестант хохотал. Проснулись все, кто оставался в училище, — думали, что бедняга сошел с ума.

Его выпустили из карцера сразу после следующего выпуска известий в шесть утра. Наверное, вынесли благодарность перед строем...

Итальянские дожди и российское солнце

Высоцкий пел: «Мои друзья хоть не в болонии, зато не тащат из семьи...» В те годы плащ из ткани «болонья» был в моде, но стоил недешево.

Первые плащи в СССР привезли дипломаты, затем начали контрабандой возить моряки и гастролирующие артисты (особенно отличались циркачи — реквизит у них хитроумный, а в свернутом виде плащ — штука весьма компактная).

Потом закупили у итальянской фирмы ткань, сшили опытную партию плащей и раздали испытателям — носить в самых разнообразных условиях целый день, например в переполненном трамвае. Через несколько недель плащи начали трескаться.



Фирма получила претензию. Итальянцы изучили программу испытаний, отчеты испытателей, ответили: «Когда в Италии идет дождь, то солнце не светит!» Объяснили: у них надевают плащ, как только пошел дождь, а когда прекратился, то снимают и сворачивают рулончиком. В Москве же плащ носят в первую очередь для обогрева, независимо от дождя.

ОТК — «отчего такое качество» (присказка работников ОТК)

Летом 1968 года я недолго был в подсобниках у старого печника и штукатура дяди Миши — невысокого сухонького старичка. Жил он в пяти минутах ходьбы от главной почты, прирабатывая к пенсии ремонтом старых домов в жилищ-

управлении.

Разговорившись, он неожиданно сообщил, что ровно полвека назад, накануне революции, будучи учеником штукатура, отделявал внутреннее помещение почтамта.

«Ну что за работа сейчас? Стены в комнате — за два дня, потолок — еще за один день». И подробно рассказывал, как работал в главном (операционном) зале. Норма ученика — квадратный аршин в день, то есть около половины квадратного метра. В норму входил весь цикл работ: утром ученик подходил к гладкой кирпичной кладке: насекал кирпич, набивал обрешетку из дранки, приготавливал своими руками раствор.



Вечером приходил мастер, часто — сам инженер, руководивший стройкой. Свежая штукатурка придирчиво осматривалась — требовалась идеальная плоскость. Затем обстукивание молоточком, осторожное подковыривание краев. При малейшем сомнении приказывали сбить и ободрать до кирпича, а завтра все сделать заново.

Несколько лет тому назад в почтамте делали капитальный ремонт. Внутреннюю штукатурку не трогали — лишь заново побелили ту, что положили в 1917 году.

Матрешки из нержавеющей стали

В машиностроительный НИИ завезли большую партию тонколистовой нержавеющей стали — для изготовления оборудования, где детали травят едкими растворами. Меньше чем полвагона в те годы не отгружали, а на опытные образцы расходовали не более десятой доли закупленного.

Машины увезли к заказчику — на опытную эксплуатацию. А в НИИ началось левое производство вечных бочек для домашнего соленья. Причем в ход пошел не только этот остродефицитный материал, но и аргон, приобретенный для наработки технологического опыта сварки в атмосфере инертного газа.

Бочки делали комплектами по пять-шесть штук, одна меньше другой: удобно хранить вложенными друг в друга, а главное, легко вывозить через охраняемые ворота (как это делали — отдельный детектив). Не прошло и десяти лет — пришел в НИИ заказ на аналогичную разработку, хватились, а на складе материала уже нет, весь прошел конверсию.

О пользе литературных новинок

В 20–30-е годы профессия машинистки считалась интеллигентной и дефицитной: предполагалась негласная обязанность — исправлять многочисленные ошибки малограмотных выдвигенцев. Поэтому до указа о закреплении кадров (1940 год) машинистки долго на одном месте не сидели, новое находили быстро.

Приходя наниматься в новую контору, одна из них почти сразу спрашивала, как пройти в туалет. Если сантехнику давно не чинили или попросту было недостаточно чисто, то уходила, не прощаясь. Эта дама, прочитав перевод романа о похождениях Швейка, запомнила эпизод из пос-

ледней части, где старый генерал-инспектор первым делом шел в сортир — по его состоянию он оценивал уровень командования в полку.

Рекорд надежности

Осенью 1996 года исчез последний «остров» с напряжением 127 В — электросети внутри Бульварного кольца Москвы переводились на 220 В. В границах СССР в бытовых сетях повсеместно давно было 220 В, а 127 В сохранялось лишь на некоторых промышленных объектах, например на старых угольных шахтах.

Однако весной 1997 года обрушился поток жалоб в различные московские инстанции: невозможно купить лампочку на 127 В! Забыли про «островки» на западной окраине Москвы: несколько деревянных многоквартирных домов — рабочий поселок при деревообрабатывающей фабрике, возникшей в конце войны. Поселок питался от отдельной трансформаторной подстанции, которая стояла на территории фабрики.

Еще в 60-е годы ее передали на баланс городского электросетям, но городские электрики сюда не ходили: хлопотно оформлять пропуска. А заводские электрики и не думали заглядывать на чужой объект.

Аварий не было — не было проблем. Почти 30 лет на порог подстанции не ступала нога человека...

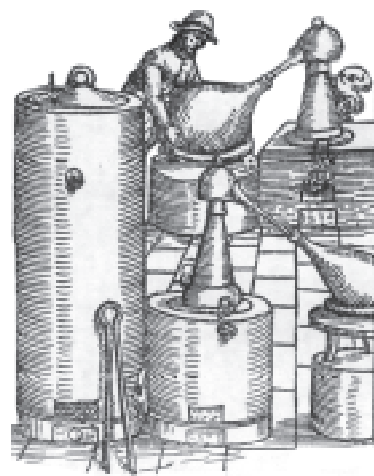
Социализм — это учет...

У Паустовского есть рассказ о подметальщике, всю жизнь собиравшем пыль в ювелирной лавке: к свадьбе дочери золотой пыли хватило на изготовление броши в форме розы!

Но бывает и наоборот. На участок гальванических покрытий с центрального заводского склада привезли ящик с золотыми анодными пластинами — каждая весом по несколько килограммов, размер — примерно с ладонь...

По внешнему виду техническое золото — металл тускло-сероватый, покрытый пленкой примесей.

«Перед употреблением» в анодных пластинах сверлят отверстия для закрепления токопроводов. Весь ящик отнесли на слесарный участок, где в углу стоял верстак со сверлиль-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ным станком. Слесарь равнодушно сделал требуемое, ящик с пластинами унесли на цеховой склад — начался расход по потребности.

А через полгода — пересчет наличности: внезапно обнаружилась недостача одной пластины! Конечно, засуетились, а в конце концов перебрали в углу под верстаком кучу металлических обрезков — все прочие версии отпали! И нашли недостающую пластину — под слоем мусора в четверть метра, выделили по необычно большому весу и наличию отверстия на краю.

Когда мне это рассказали, я наивно спросил: «А стружку после сверления собирали?» Подняли на смех: «Конечно же сбрасывали на пол». Самое удивительное — было это на гиганте ВПК, с военпредами, постоянными представителями КГБ, ОБХСС и прочих служб...

Технологический казус

Уже не первую неделю гальванический цех осваивал электрополировку деталей. Каждое утро включали безнадёжную установку, чтобы с чистой совестью на совещаниях докладывать: «Продолжаем работать, ищем, думаем». Вдруг после утреннего включения процесс пошел! Поскольку чудес не бывает, начали скрупулезный разбор обстоятельств вчерашней работы.

Причина успеха потрясла всех: уборщица по неосторожности опрокинула ведро и часть воды попала в ванну с электролитом. Разводили его по укоренившейся привычке — с заведомым превышением концентрации...



1 2 III

1000



Слепой бог с десятью пальцами

1

На самом деле все началось даже чуть раньше. Когда я в очередной раз ломал голову, пытаюсь найти ответ на вопрос: почему в слове «сверхъестественный» так много букв? И где, черт побери, на этой клавиатуре располагается твердый знак? Невозможно работать в таких условиях!

Я, который за час может придумать сюжеты для трех-четырех повестей! Или даже романов!.. Да, так, если не отвлекаться в течение этого часа на кофе и сигареты и насильно не притормаживать свой мыслительный процесс. То есть подрезать крылышки своей фантазии. Вы спросите почему?

У вас не возникло бы этого вопроса, если бы вы хоть раз увидели, как я печатаю.

Со скоростью обленившегося зомби, страдающего артритом. Двумя пальцами, причем один из них нажимает только на клавишу «пробел». И еще: мне редко удается поднять глаза от клавиатуры, чтобы взглянуть на экран монитора.

И что в итоге? Один рассказ в неделю. Одна повесть в полгода. И раз в месяц — возможность полюбоваться на ленивое выражение лица моего литературного агента. Вот, как сейчас примерно.

В тот день примерно было так.

— Послушай-ка, — обратился он ко мне — обратился, как обычно, не назвав меня по имени. — А почему бы тебе не записаться на курсы стенографисток? Или, — тактично поправился, — стенографистов? Знаешь, есть такой слепой десятипальцевый метод? По-моему, это разом решит все твои проблемы. А то так и будешь всю жизнь тюкать по клавишам, точно Сивка-Бурка — серая лошадка...

Меня всегда удивляло, как человек с таким чувством языка может работать литературным агентом. И ведь не только моим.

— Хорошо, мистер Зоз, я подумаю.

«Мистер Зоз» — так он представился при нашей первой встрече, и так я к нему затем и обращался на протяжении всего нашего знакомства...

Спустя два месяца и двести восемьдесят долларов, когда пальцы мои запорхали над клавиатурой, словно пять пар бабочек в период брачных танцев, а стопка распечатанных листов, раз в день выплываемая моим принтером, достигла толщины среднего еженедельника, я согласился, что, да, пожалуй, на этот раз мистер Зоз оказался-таки прав. Слепой десятипальцевый метод действительно решил все мои проблемы.

Все палки из колес были вынуты. Все бейки в колеса, как сказал бы мистер Зоз, наоборот, вставлены. И я почти физически ощущал, как поток освобожденной фантазии заструился из моего мозга прямо к пальцам, а от них, через клавиатуру компьютера, — прямо на бумагу. Разве нужно еще что-нибудь творческому человеку для счастья? Да, вы правы: немного наличных тоже бы не помешало...

Первый укол беспокойства, после которого у меня возникло сомнение (а все ли так безоблачно на моем творческом небосклоне?), я ощутил, когда работал над повестью «Битва со льдом». Работа была заказная, специально для альманаха «Слияние»; очередная попытка объединить в рамках одного проекта жанры

научной фантастики и фэнтези. По этой причине мне следовало написать повесть в таком же компромиссном стиле: нечто среднее между «Конан-Варваром» и «Конными варварами», если вы понимаете, о чем речь...

Придется, видимо, сказать пару слов о сюжете «Битвы со льдом». Это может оказаться полезным для понимания дальнейших событий.

В общем, главная героиня повести — сильная и решительная женщина, что, однако, не мешает ей обладать чрезвычайно привлекательной внешностью и до поры скрытыми телепатическими способностями. А после того, как на ее родной город обрушиваются глобальные катаклизмы, вызванные проклятием пришлым злым волшебником Рэдноузом, она из главной героини становится практически единственной. Что ей, оставшейся без семьи, крова, друзей, остается делать? Вы что, правда не догадываетесь? Ясное дело — только мстить! Теперь основная цель ее жизни — найти заморского колдуна и, не мудрствуя лукаво, аннигилировать. С этой целью она и пускается в долгое, страниц на сто двадцать, сказочное путешествие, в котором ее сопровождают: верный конь Со Врас, в свое время остановленный героиней при помощи телепатического сигнала за несколько шагов до края пропасти, куда он намеревался прыгнуть, чтобы покончить жизнь в соответствии с древней традицией коней-самураев, не справившихся с возложенной на них миссией, и маленький мальчик, собственноручно вынесенный героиней из горящего дома. И после стандартного набора приключений вся троица добирается до замка злого волшебника, где и вступает с ним в финальный, с предсказуемым исходом, поединок... Вот такой, если вкратце, незатейливый сюжетец. По крайней мере, таким я его себе представлял.

Основная проблема с этой повестью заключалась в том, что о своем возможном участии в альманахе я узнал всего за два дня до окончательного срока представления рукописей. Если честно, мне и предложили-то в нем участвовать только из-за того, что другой, гораздо более известный автор внезапно попал в больницу с каким-то безрадостным диагнозом. Так что для автора с моим именем (я имею в виду, с именем, которое даже литературный агент не в состоянии вспомнить) этот альманах представлял собой реальный шанс, как метко подметил мистер Зоз, «выйти в тираж». Понятно, таким шансом следовало воспользоваться.

Я сидел и печатал сутки напролет и все равно чувствовал, что не успеваю. Проблема была уже не в пальцах, а в глазах: мне ведь обязательно нужно прочитывать с экрана то, что я печатаю. А читаю я, должен признаться, очень медленно.

В общем, я печатал, стараясь ничего вокруг не замечать, кроме строчки символов, бегущей по экрану. И вдруг в какой-то момент... Я отвлёкся ненадолго: за окном залаяла собака — вот я и перевел взгляд за окно, подумав, уж не мистер ли Зоз решил нанести мне визит. Когда я вновь заставил себя сосредоточиться на экране, то с удивлением обнаружил, что за эти несколько мгновений мои пальцы не только не прекратили своей работы, но и напечатали раз в пять больше, чем можно было ожидать за столь короткий промежуток времени.

С некоторым недоверием я внимательно прочел последние абзацы. С виду все нормально. Повествование продолжалось в прежнем темпе, было связным и не выходило за рамки моего обычного стиля. Кроме орфографических ошибок: их не было! Что, скажем так, для меня не очень характерно.

Единственное, что меня тогда все-таки смутило: я ведь даже не успел подумать о том, что напечатали мои пальцы! И еще... была там такая фраза: «И четырехгранное лезвие шпаги вонзилось в горло ненавистного...» Но постойте! Разве лезвие шпаги не круглое в своем сечении?

Начиная с этого момента я уже не мог полностью контролировать творческий процесс. И неполностью тоже. Мои пальцы, черпая вдохновение из неизвестного источника, со сверхъестественной (теперь я мог напечатать это ненавистное слово быстрее, чем за две секунды) скоростью формировали на экране повествование. И кстати, насколько я успеваю заметить, неплохое повествование.

А заметить я успеваю немного. Максимум две-три строчки, пока очередная страница на экране не сменялась следующей. Поэтому уже вскоре, осознав тщетность своих усилий, я демонстративно отвернулся от экрана и уставился в окно. По двору, уныло и хрипло таякая, бегала маленькая собачка с неопределенной родословной. Ветер лениво подбрасывал вверх опавшие листья, иногда метко попадая ими прямо в открытый бак для сжигания мусора. Начиная капать мелкий дождик. И все это под непрекращающееся постукивание клавиш.

Забавно, раньше у меня редко возникала возможность просто посидеть, посматривая в окно.

На дорожке, ведущей к дому, показался мистер Зоз. Одной рукой он удерживал над головой «дипломат», прикрываясь им от дождя. В другой руке был зажат почему-то так и не раскрытый зонтик. И, только увидев в окне приближающегося мистера Зоза, я вдруг осознал, что вокруг меня что-то изменилось. Нескольких секунд мне хватило, чтобы понять, что же именно. Стук клавиш прекратился!

Я взглянул на монитор. Так и есть! В конце текста на последней странице, большими буквами, с тройным интервалом между ними, было напечатано:

К О Н Е Ц

Еще одно! Ведь раньше я никогда так не заканчивал свои произведения — просто ставил дату окончания работы, и все.

Когда прозвенел звонок, первые страницы повести уже вылезли из принтера.

— Ну как? — приветливо спросил мистер Зоз, поглядывая на часы. — Повесть готова?

— Н-ну... да, — ответил я без особой уверенности в голосе.

— Действительно? — Казалось, он был слегка удивлен. — Что ж, посмотрим. — И, подойдя к принтеру, стал выхватывать прямо из его пасти листок за листком. — Интересно, интересно, — комментировал он, сощурился глаза.

Неужели он читает с такой скоростью?

Бегло взглянув на последнюю страницу, мистер Зоз удовлетворенно хмыкнул, сложил все листы в пачку и убрал ее к себе в «дипломат». Затем вынес вердикт:

— Совсем, совсем неплохо! Конечно, сейчас нельзя с уверенностью сказать, в чью сторону повернется стрелка часов. Но шансов у тебя много. Они все небольшие, но их много. Не уменем, а числом, как говорится. В общем, завтра я иду на переговоры с издателем, а потом позвоню тебе.

Когда дверь за ним закрылась, легкая волна паники пронеслась по поверхности моего сознания.

Господи, что же я ему отдал?

И потом: что он имел в виду, когда говорил про стрелки часов?..

На следующее утро (или, если следовать основным принципам реализма, на следующий день) меня поднял с постели звонок мистера Зоза.

— Все отлично! — бодро закричал он в трубку, словно пытаясь заразить меня своим оптимизмом. — Повесть взяли! Издатель в восторге! Он принял решение увеличить тираж альманаха втрое. Представляешь, втрое! И это только благодаря твоей повести! А когда издатель дочитал до того места, где ты убиваешь героиню, он просто...

— Я... убиваю? Кого? Э, прости, я еще не совсем проснулся, поэтому...

— Ну когда твоя героиня замерзает, а ты еще выводешь такую прочувствованную сентенцию страницы на три о том, что на самом деле в ее гибели виновато не столько колдовство Рэднуза, сколько общая безысходность, которая...

— Постой, постой, — не слишком вежливо перебил я. — Так она там что, умирает?!

— Ну ты и шутник! — добродушно усмехнулись в трубке. — Спроси еще, не оказывается ли мальчик, спасенный героиней, незаконнорожденным сыном колдуна. Или как Со Врас в финальном поединке убивает Рэднуза при помощи золотой подковы.

— Золотой подковы?

— Ну ладно, ладно, — успокаивающе сказал мистер Зоз, — должно быть, ты и вправду еще не проснулся. Отдыхай пока. И... — тут он выдержал эффектную паузу, — готовься к новым подвигам. Я сейчас как раз обсуждал с издателем идею о двухгодичном контракте. Пока, конечно, ничего конкретного, но, как говорится, стучите и обрящете!

Будучи все еще не до конца уверенным, что не сплю, я вежливо попрощался с литературным агентом и повесил трубку. В наступившей тишине отчетливо тикнули настенные часы. Минутная стрелка при этом слегка переместилась. В мою сторону!



Я с головой погрузился в творческий процесс. Хотя нет: в процессе участвовали только пальцы. А голова как раз занималась всем, чем придется. Что в нее придет, ха-ха, тем и занималась.

Основное преимущество моего слепого метода печати над всеми остальными «слепыми» состояло в том, что во время работы мне не нужно было смотреть не только на клавиатуру, но и на монитор. Поэтому вместо того чтобы тупо пялиться на экран, заполняемый печатными знаками со скоростью двести символов в минуту, я установил перед ним подставку для бумаг и, пока мои пальцы трудились над созданием новых шедевров, успевал хотя бы бегло просмотреть распечатку вчерашних текстов. Правда, успевал не всегда. Постепенно тексты становились позавчерашними, потом — позапоза... А потом их стало так много, что я плюнул на все и поставил на место монитора телевизор. Если я не ошибаюсь в хронологии событий, первое из таких моих произведений, кстати получившее премию «Небьюла», а именно «Тень тени моей», было написано как раз в тот вечер, когда я внимательно следил за полуфиналом чемпионата мира по хоккею с шайбой.

А почему бы и нет, собственно? Стиль произведений был моим, идеи тоже вполне узнаваемые. Уверен, я написал бы в точности то же самое, если бы работал по старинке, двумя пальцами. Правда, времени это бы заняло на порядок больше. Так что я мог бы без зазрения совести поставить свою подпись под любым вышедшим из-под моих пальцев произведением. И ставил же!

И кроме того, в текстах по-прежнему не наблюдалось ни единой орфографической ошибки!

Как вы поняли, я отнюдь не перестал читать свои произведения. В конце концов, кого же еще почитать на сон грядущий, если не себя? И я частенько подходил к полке, на которую заботливо выставлял все свои книги в порядке их издания (со временем правильнее стало говорить — «к полкам»), и раздумывал, чего бы такого мне сегодня полистать? Предпочтение, конечно, отдавалось произведениям, взявшим в этом году какую-нибудь престижную премию...

Главное неудобство моего положения заключалось в следующем: чертовски много времени приходилось проводить



ФАНТАСТИКА

за компьютером. Но с этим я ничего не мог поделать — ведь не могли же мои пальцы существовать отдельно от меня!.. Ладно, еще никто не утверждал, что труд писателя всегда легок и приятен.

Забавная деталь: рост моей популярности среди читателей и издателей можно было легко проследить, наблюдая за постепенной эволюцией личного транспорта мистера Зоза. В начале нашего знакомства он приезжал ко мне домой на «фольксвагене» 78-го года. Потом на смену пришел «бьюик». Правда, продержался он совсем недолго: когда тираж моей очередной книги был «удвоен впятеро», его сменил невообразимо длинный, кажется восьмиместный, черный лимузин. Через некоторое время я заметил, что место водителя в лимузине занято каким-то толстым лысым негром в белых перчатках и в фуражке с козырьком, а мистер Зоз перебрался то ли на третий, то ли на четвертый ряд сидений. Ну а потом, после того как мне вручили премию имени А.Э.По за вклад в американскую литературу, я практически уже никогда не видел мистера Зоза в лицо: в общении со мной он ограничивался телефонными звонками, а за очередными рукописями присылал кого-нибудь из своих многочисленных помощников.

Впрочем, я, кажется, отвлекся.

Мне приходилось проводить за компьютером по восемь часов в день. За это время я успевал покрыть убогим шрифтом где-то около сотни листов. И наравне с этим: просмотреть пару фильмов, несколько викторин и программ новостей по телевизору, пару часов просто понаблюдать за уличными прохожими. Если честно, я даже пытался спать во время работы. Правда, к сожалению, безуспешно.

Ну и многочисленные интервью разным изданиям, от которых все равно никуда не деться, я давал, тоже не прерывая творческого процесса.

— Скажите, почему вы приняли решение отправить одного из самых популярных своих героев — Лурхва Вуавра — в отставку?

— Простите... как, вы сказали, его имя?

(Общий смех.)

— Будет ли продолжен сериал «Тиарские молочайники»?

— Конечно... если будет на то воля бога. Моего слепого десятипальцевого бога.

(Общий смех.)

— Если не секрет, над чем вы работаете в данный момент?

— Сейчас посмотрим. Если честно, самому немного интересно... Та-ак. Тут написано: «Тиарские молочники в плену у Лурхва Вуавра». Пардон, не «молочники», а «молочайники». Я думаю, это ответ и на два предыдущих вопроса...

Иногда мой слепой метод (именно мой — у меня однажды даже возникло желание его запатентовать) преподносил мне забавные сюрпризы.

Как-то раз мне позвонил знакомый редактор. Оказалось, он растроган до глубины души. Как мне, наконец, удалось выяснить, причиной необычайного душевного состояния редактора стал мой последний рассказ, полученный им именно сегодня. Редактор что-то говорил про отрицание вековых

литературных традиций и про смелый вызов, брошенный прямо в лицо «всем этим мумифицированным еще при жизни консерваторам». Еще несколько минут потребовалось, чтобы понять, в чем же, собственно, заключался этот вызов. Суть объяснений сводилась к тому, что весь рассказ представлял собой единственное предложение. Длинной чуть больше 32 тысяч слов... Наскоро попрощавшись с редактором и пообещав ему и впредь никак не стискивать себя тесными рамками традиционности, я сразу же принялся за поиски злополучного рассказа и, найдя его, собственными глазами убедился, что редактор говорил правду.

Раздумывая не заняли много времени — уже вскоре я понял причину, подвигшую меня на создание столь странного творения: на моей клавиатуре сломалась клавиша, печатающая точку. На то, чтобы позвонить в компьютерный магазин и попросить, чтобы мне привезли новую клавиатуру, ушло пару минут. Еще пятнадцать заняли доставка и подключение. Первым делом я проверил, работает ли на новой клавиатуре точка. Точка пропечатывалась как нельзя лучше, поэтому я спокойно переключил телевизор на спортивный канал, а мои пальцы занялись творчеством. И только спустя несколько дней я заметил, что клавиша, которой соответствует точка, иногда западает и при однократном на нее нажатии печатает по три знака подряд. Поэтому несколько моих следующих романов преисполнились многозначительной недосказанностью...



Как-то раз, исследуя внутренности холодильника в поисках очередной баночки пива (пить приходилось прямо из банки, через трубочку, чтобы руки оставались свободными), я нечаянно прищемил дверцей указательный палец левой руки. Палец сильно распух и в этот день больше не мог печатать. Результат: вечером мой принтер выплюнул на тридцать страниц текста меньше, чем обычно. Этот случай заставил меня сильно поволноваться.

Что будет, если что-нибудь случится с моими пальцами? Ведь именно они — единственный источник моего существования. И если честно, то не только моего.

Я стал лучше понимать пианистов и хирургов с их почти фанатичной заботой о пальцах. Я стал крайне осторожен при выполнении руками каких-либо действий, даже самых примитивных. Опасаясь возможной инфекции, я надел на руки перчатки, которые снимал разве только для того, чтобы заменить их на новую пару. Я застраховал свои пальцы сразу в нескольких страховых компаниях — именно в нескольких, поскольку опасался, что какая-нибудь из них может внезапно обанкротиться. В среднем получилось около миллиона долларов на каждый палец. На большие пальцы — чуть меньше: в конце концов, нажимать на пробел я смог бы и одним из них.

По ночам меня стали мучить кошмары. Например, я тщетно пытаюсь спастись бегством от группы преследующих меня молочайников. Они неизменно настигают меня, берут на кольцо, и их предводитель обращается ко мне голосом, от которого кровь стынет в жилах: «Так ты действительно считаешь, что какой-то жалкий Лурхв Вуавр может взять нас в плен?» А потом они извлекают из ножен крохотные ножички, причем я сразу понимаю, что единственное предназначение этих ножичков — отрезание пальцев...

Остаток ночи в таких случаях я проводил уже без сна. За компьютером. В искренней надежде на то, что как раз сейчас Лурхв Вуавр, повинувшись движению моих не знающих сомнений пальцев, подвергнет злобных тиарцев изощреннейшим пыткам...

Неудивительно, что за всеми этими волнениями я не сразу осознал причину какого-то смутного беспокойства. И в самом деле, разве стоит придавать особое значение тому фак-

ту, что пакет с письмами от фэнов, который мне раз в неделю доставляют с почты, стал на пару фунтов легче? Или тому, что чуть реже поступают приглашения поприсутствовать в качестве почетного гостя на каком-нибудь официальном мероприятии? Или, наконец, тому, что ни одно из моих произведений, написанных за последний год, не получило премии или награды. Вообще никакой!

Потом стало понятно, что это были только внешние проявления мрачной, разрушительной тенденции. Я заметил бы ее много раньше, если бы хоть иногда читал те творения, которые публиковались под моим именем. Увы, в течение последнего года у меня до этого руки не доходили. Надеюсь, вы меня понимаете?

Итак, подозревая неладное, я подошел к стеллажу с моими книгами (это был уже четвертый стеллаж, и заполнялся он с катастрофической скоростью) и заставил себя взять в руки мою последнюю, только накануне присланную из издательства, книгу. На суперобложке в ярких красках был изображен муравейник, из которого наполовину высовывалась бомба с горящим фитилем. У меня не возникло ни единого предположения, о чем эта книга. Ее название — «Блуждающий микроорнитобус» — свежих версий тоже не прибавило. Наугад раскрытая страница поразила меня в самое сердце такими строчками: «Стрела, пущенная его твердой рукой, пронзила бронжилет пришельца и поразила его прямо в верхнее сердце...»

И это написал я?!

Впрочем, чему здесь удивляться? Любой, даже самый гениальный автор в конце концов испишется, утратит яркую индивидуальность, если будет каждые три дня выдавать на-гора по новому роману. Разве не так? Вы знаете исключения? Увы! Подобно многим моим широко известным коллегам, я превратился в банальнейшего поставщика макулатуры.



На долгое время я погрузился в глубокую депрессию. Звук нажимаемых клавиш казался мне попеременно то чересчур зловещим, то каким-то невыносимо скучным.

Но я все-таки еще не до конца сдался. В глубине души я лелеял надежду, что когда-нибудь вновь поверну стрелку часов в мою сторону. Я думал. Я много думал.

И вот однажды... Господи, какое забытое ощущение!

Возникла идея совершенно нового романа. Пока только идея, голый костяк повествования. Но по мере того, как день за днем он обрастал все новыми и новыми подробностями, я начал понимать, что ничего подобного еще не писал. Да что я! Господи, поправь меня, если я ошибаюсь!.. В общем, в этот миг я был вне себя от счастья!

Дело было за малым. Так, пустячок, небольшая проблемка. Я не мог заставить мои руки — мои пальцы! — подчиниться мне!

Нет, одну-две фразы я еще успевал напечатать сознательно. А потом мои быстрые пальцы уносились куда-то прочь, к своей невидимой цели, оставляя меня, охваченного бессильной злобой, далеко позади.

Чтобы решить эту проблему, не потребовалось много фантазии, а вот решимости потребовалось немало. «Как говорится, косяк клином вышибают!» — вспомнил я один из каламбуров мистера Зоза и на негнущихся ногах двинулся в сторону холодильника.



Мистер Зоз приехал ко мне примерно через неделю, поздним вечером, обеспокоенный тем, что от меня так долго не поступало новых рукописей. И, увидев меня с: а) обеими заглупованными руками, б) двумя одинокими указательными пальцами, нелепо торчащими из гипса, и в) счастливым выраже-

нием лица, не меняя которого я сосредоточенно тыкал этими пальцами по клавиатуре, — впал в полную прострацию.

А потом он закатил мне грандиозный скандал, хотя сам прекрасно понимал, что от несчастного случая не застрахован никто. (Кстати, забегая несколько вперед, скажу, что страховку мне так и не выплатили, обвинив в сознательном членовредительстве. Ну что я им мог ответить?) С выражением почти священного ужаса на лице мистер Зоз кричал о том, что я сорву ему все контракты с издателями и что лучше бы я тогда сразу прищемил себе голову, раз уж все равно ничего полезного ею сделать не в состоянии. А я, почти не реагируя на его слова, думал про себя: «Господи, как же он постарел!..»

Когда он немного успокоился и обессиленно откинулся в кресле, я мягко объяснил ему, что он, пользуясь его же собственной терминологией, бросает камни не совсем в тот огород. И что не все так мрачно, как он пытается представить. В конце концов, врачи сказали, что гипс через месяц-два можно снять. (При слове «месяц» мистер Зоз молча всплеснул руками.) И что когда все эти неприятности закончатся, я вновь потрясу мир новым шедевром, причем таким, что, возможно, даже возникнет необходимость в пересмотре самого понятия «шедевр»... Мистер Зоз заверил меня, что искренне надеется именно на такое развитие событий, сел в машину (к моему удивлению, это оказалась всего-навсего ярко-красная «ламборджини») и умчался в ночь...

А я наконец-то снова почувствовал себя настоящим творцом, а не просто механической приставкой для набора текстов.

7

Я трудился над романом полгода. Вы только вслушайтесь — полгода! А когда закончил, сразу же позвонил литературному агенту и предложил ему, не мешкая, приехать ко мне. Он не заставил себя долго ждать, появился уже через час и заполнил собой мое лучшее кресло.

— Посмотрим, посмотрим, — с надеждой пробормотал мистер Зоз и взял в руки первый листок из большой стопки, которую я ему торжественно преподнес.

Ожидание неземного удовольствия — вот таким было выражение его лица. Впрочем, и моего тоже, наверное. Я радостно наблюдал за мистером Зозом, представляя по памяти, какой именно фрагмент романа он сейчас читает.

Но подробнее. Мистер Зоз начал чтение, еще не до конца стерев с лица свою обычную, с оттенком скепсиса, улыбку. На первых страницах он иногда прерывался, чтобы тактично напомнить мне, например, что слово «притензии» (как это выведено у меня) все-таки лучше писать через «е». Но потом замолчал и с головой погрузился в захватывающее повествование. Выражение легкого удивления на его лице постепенно уступало место самому настоящему изумлению.

А я наблюдал за ним и думал о том, что все мои усилия, все лишения, на которые я себя обрек, и все испытания, через которые прошел, — все это не зря. Да, именно так!.. Примерно на середине рукописи мистер Зоз, видимо едва сдерживая чувства, прервал чтение и долго смотрел мне в глаза. Молча. О, как я его понимал! Ведь он как раз добрался до кульминационного момента романа. Я и сам, когда писал эту сцену, не смог удержаться от слез... Но мистер Зоз справился с волнением. Страницы рукописи замелькали с возрастающей скоростью, хотя пальцы моего литературного агента мелко дрожали. Я мучительно пытался отогнать от себя всяческие ассоциации со «священным трепетом».

Нетерпение мистера Зоза легко объяснялось: ведь действие романа было закручено стремительной спиралью, и чем ближе к концу, тем сильнее. Поскорее узнать, чем все закончит-



ФАНТАСТИКА

ся! Его глаза уже скользили по строчкам рукописи со скоростью молний, а по лбу медленно скатывались бисеринки пота. Если бы он знал, какой неожиданный конец я приготовил для него! Решительный поворот сюжета на тысячу градусов!

И вот — все. Мистер Зоз издал сдавленный стон и отложил последний листок на неровную стопку прочитанной рукописи. Глаза его были выпучены.

— Но ведь это же... — начал он хриплым голосом, но не смог продолжить, закашлявшись.

Мне было хорошо понятно его состояние. Сам я тоже не сразу смог бы подобрать подходящий эпитет для своего творения.

«Господи, — подумал я, наливая ему воды, — а ведь это — мой литагент, у которого, кажется, уже выработался иммунитет к моему творчеству! Что же тогда станет с обычными читателями, когда они дочитают этот роман?» И мысленно еще раз поздравил себя с полной победой.

Мистер Зоз одним глотком осушил стакан и предпринял вторую попытку высказаться. На сей раз она ему удалась:

— Но ведь это же слово в слово твой «Апокалипсический удар», который мы уже издавали, и не помню когда! Э... примерно в сорок пятом томе собрания твоих избранных произведений. Он тогда еще не имел особого успеха... Только главного героя там звали как-то по-другому. Постой-ка, я сейчас вспомню...

8

Ну вот и все.

Гипс мне давно сняли, и я снова с обреченностью каторжника сижу за своим столом и слушаю монотонное пощелкивание клавиш. Строчки, равномерно и непрерывно заполняющие экран, сливаются в одно большое пятно серого цвета. Это потому, что в глазах у меня стоят слезы.

И я даже не могу вытереть их, потому что моим пальцам некогда отвлекаться на подобные мелочи — ведь они как раз сейчас печатают этот рассказ.

А я все надеюсь, что, может быть, хотя бы в этот раз мой Слепой Бог с Десятью Пальцами посмотрит мне в глаза.

К О Н Е Ц

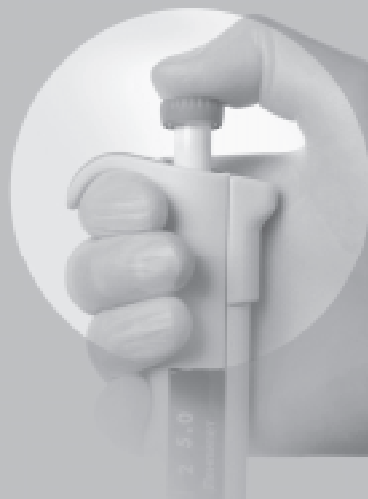




ВСЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

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:**
Стеклоянная (Чехия, Россия)
Фарфоровая (Россия)
Пластиковая
(Финляндия, Россия)
- **Лабораторная мебель**

Школьный химический эксперимент на видеокассете

Современный гуманитарный университет выступил с инициативой создания видеопособий по ряду школьных предметов, прежде всего, естественного цикла. Работа проводится на базе лаборатории общеобразовательной школы 1303 г. Москвы Химический лицей и видеостудии НИИ телевизионного обучения Современного гуманитарного института.

Уже подготовлены и поступили в продажу комплект фильмов по органической химии (5 кассет), комплект фильмов для 8 класса (3 кассеты). Идет работа по созданию комплекта фильмов по неорганической химии. Продолжительность фильма на одной кассете — 30–40 минут.

На кассетах — лабораторный химический эксперимент для средней школы, то есть те опыты, которые школьники наблюдают как демонстрацию на уроке, или те, которые они делают сами, согласно школьной программе. Опыты сопровождаются словесным комментарием за кадром.

Авторы отмечают, что видеодемонстрации ни в коем случае не предназначены для подмены живого эксперимента, так как детям чрезвычайно важно увидеть своими глазами явления не на экране, а в действительности, «живьем». Однако в тех случаях, когда на уроке живой эксперимент по разным соображениям затруднен или недоступен, этот пробел может восполнить видеодемонстрация.

Тел. (095) 727-12-90

Внимание, новый журнал!

Вышел новый научно-методический и информационно-публицистический журнал «ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ»

В журнале публикуются: статьи, которые помогут организовать научные исследования учащихся; работы школьников, представленные на конкурс имени Вернадского; статьи о взаимодействии науки, образования, общества.
Авторы материалов — педагоги, занимающиеся со школьниками исследовательской деятельностью.

В журнале есть разделы:

Общество, культура, наука, образование
Развитие исследовательской деятельности учащихся
Методические разработки и рекомендации
Исследовательские работы учащихся
Практика организации исследовательской деятельности
Люди научного поиска
Заметки начинающего исследователя
Задачи турнира им. М.В.Ломоносова
Информация

Журнал учредили редакция «Народное образование» и благотворительный фонд «Я и Земля»

Адрес редакции: 117419 Москва, ул. Донская, д. 37
Тел.: (095)-959-99-50, 959-99-46. E-mail: issl@dnttm.ru

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ — ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ!



МОСКВА - 2003

Четвертый Международный Форум

The Fourth International Forum
"High Technology of XXI"

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

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

XXI ВЕКА

"ВТ XXI - 2003"

Авиация*Икосмос*Радиоэлектроника и связь
Экология*Энергетика*Информационные технологии
Безопасность*Мирный атом*Лазерные технологии
Медицина и биотехнология*Машиностроение

Организаторы:

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

Министерство промышленности, науки и технологий
Российской Федерации

Институт экономики и комплексных проблем связи
АО "ЭКЭС" (ООО "ЭКСПО-ЭКЭС")

Российский фонд развития высоких технологий - РФРВТ

Московская торгово-промышленная палата - МТПП

Московская Ассоциация Предпринимателей

По вопросам участия обращаться:
Международная конференция

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

Участие зарубежных фирм и компаний
МТПП

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

Форум ВТ XXI - 2003
Выставка ВТ - 2003

АО "ЭКЭС" ООО "ЭКСПО-ЭКЭС"
тел.: (095) 331-0501
331-1333

факс: (095) 331-0900
331-0511

e-mail: expoecsa@nil-ecsa.ru
www.nil-ecsa.ru/expoecsa

www.hitechno.ru

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

Белая и пушистая



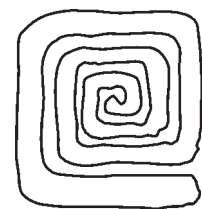
— Ах, — сказала серая крыса, — я хочу есть.
Третий день во рту у меня не было
ни крошки... Когда не было снега,
я каждую ночь могла уходить со двора.
Но теперь на белом снегу сразу заметят меня
и дети, и собаки, и кошки.
О, как я хотела бы быть белой, как снег!

К.И. Чуковский. Доктор Айболит

Жил-был биолог один, работал он с белыми крысами. Каждый раз, входя в лабораторию, он замечал, что одна из крыс при его появлении пытается выбраться из клетки. Биологу стало интересно, что нужно крысе, и он зверюшку выпустил. Крыса подошла и положила голову ему на ботинок. С этого часа и до конца своих дней она жила в полной безопасности, не участвуя более ни в каких опытах — у расстроганного исследователя рука не поднималась втыкать в эту крысу электроды.

Наверное, каждый крысовод может рассказать не одну подобную историю. Но все же крыса редко становится другом ученого: в лучшем случае она его подручный. За крыс хватаются, когда испытывают лекарственные вещества и яды, гормональные препараты и пищевые добавки. На крысах проверяют действие витаминов и разных диет. Они незаменимы при биохимических исследованиях, а если предстоит изучать митохондрии, их выделяют из крысиной печени. На белых крысах воспроизводят экспериментальные опухоли и инфекционные заболевания, такие, как бешенство, амебиаз или грипп свиней. Впрочем, и неинфекционные тоже — при исследованиях инфаркта, ишемии, эпилепсии, гипертонии, диабета, цирроза печени, депрессии или алкоголизма первым делом бегут в виварий за крысами. Многие болезни у крыс можно вызвать, вводя им различные вещества или делая операции. Если перевязать аорту, будет ишемия; вырезав кусок кожи, получим рану (можно инфицированную); просверлив в черепе маленькую дырочку и надавив через нее на мозг — гематому. Биологи даже вывели специальные линии животных, генетически предрасположенных к недугам, — крысы-гипертоники (НИСАГ) или линия Buffalo, предназначенная для изучения гормональных опухолей и кариеса зубов.

Крысу как объект исследования особенностей поведения и памяти до одури загоняли во всяких лабиринтах. Со-



ЖЕРТВА НАУКИ

временные крысиные лабиринты не похожи на обиталище Минотавра. Это может быть и резервуар с водой, на дне которого зафиксирована прозрачная платформа, покрытая водой на 1–2 см; крысе нужно отыскать платформу и взобраться на нее. Или же это помещение с двумя отсеками, светлым и темным. Крысы предпочитают сумрак, но в темном уголке их бьет ток, и приходится запоминать, что сидеть надо на свету.

А еще крыс кормят цезием, чтобы посмотреть, как долго радиоактивные вещества сохраняются в организме и какими путями из него выходят; охлаждают до смерти, исследуя проблемы реанимации. Их подвергают в стресс, а потом оценивают влияние стресса на слизистую оболочку желудка, отрубив предварительно голову. Вообще, крысы частенько лишаются головы. Это самый распространенный способ окончания опыта, а в некоторых случаях его начало: крысиный мозг — источник мозговых пептидов, которые сейчас усиленно изучают. Чтобы не пользоваться в лаборатории палаческой терминологией, экспериментаторы предпочитают слово «декапитация» — то же обезглавливание, но по-латыни.

Перечень крысиных заслуг перед наукой получился длинным, даже утомительным, но далеко не полным. Этих животных используют столь часто, что у любой мыслящей белой крысы давно уже должен возникнуть вопрос: «Почему мы?» Попробуем на него ответить.

Важное преимущество белых крыс как лабораторных животных заключается в том, что они белые. Белые животные более спокойны и терпимее относятся к человеку. Нынешние лабораторные крысы — потомки пасюков-альбиносов; от своих серых родичей они выгодно отличаются ровным характером. Впрочем, и серую крысу можно заставить побелеть. В

Институте цитологии и генетики СО РАН много лет одомашнивали пасюков — отбирали самых лояльных к человеку. После 30 поколений одомашнивания почти у всех прошедших отбор серых крыс на пузе появились белые пятна разного размера — от крошечного «галстучка» до целиком белого живота. У самой продвинутой части одомашненной популяции пятна разрослись настолько, что темными остались только голова, шея и полоска шерсти вдоль хребта. Это так называемые капюшонные крысы. Так же выглядят и представители лабораторной линии Август, полученной от белых крыс.

Во-вторых, белых крыс легко разводить: они довольно устойчивы к инфекционным заболеваниям, мало весят и дают большой приплод. Одна пара за год производит на свет около 40 малышей, поэтому на крысах можно проводить массовые опыты.

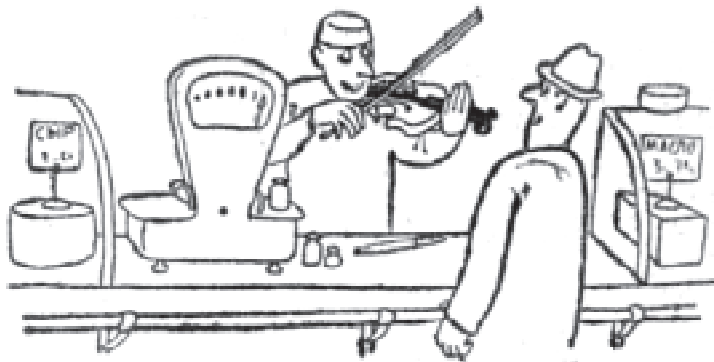
Третье несомненное достоинство крысы — ее длинный голый хвост. Дело в том, что крысы, при всем своем дружелюбии, очень больно кусаются, если над ними творят насилие. Клыков у них нет, но есть резцы. Резцы покрыты эмалью только спереди, а сзади при употреблении стачиваются, а вернее сказать — самозатачиваются, поэтому всегда очень острые. У новорожденных крысят зубки вырастают раньше, чем открываются глазки. С такой пастью, да еще обладая большой гибкостью и незаурядным умом, лабораторные крысы способны оказать достойное сопротивление экспериментатору. Если ход опыта не требует общего наркоза, извивающе-

гося зверя обездвигивают иным способом — заворачивают в салфетку, в сетку из мягкой проволоки или помещают в специальный цилиндр для фиксации. Но заматанную по самые уши крысу было бы некуда уколоть, если бы не торчал наружу хвост — идеальная мишень для шприца. В хвостовые вены при необходимости делают инъекции, из них же берут кровь. Для расширения сосудов хвост предварительно нагревают в теплой воде. Если же крови надо много, обрезают кончик хвоста и отсасывают кровь, вытекающую из раны.

Крысы всеядны, поэтому бытует мнение, что они едят все. На самом деле всеядность крыс означает, что их меню должно быть разнообразным. Их надо кормить не обрезками кабеля или старой табуреткой, а мясом, зерном, молоком, овощами и зеленью. Сейчас это гастрономическое великолепие заменили более дешевыми комбикормами, но все равно крысиный стол должен быть обильным и качественным, иначе крысы поедат своих малышей. Нередко, угощая крыс, им заодно скармливают и капсулы с веществами, которые по ходу опыта необходимо ввести через рот, — исследователи никогда не забывают о своих задачах.

Конечно, лабораторным крысам не позавидуешь. Однако работающие с ними ученые лишены сантиментов. По их мнению, у каждого своя участь — в конце концов, белых крыс разводят именно для опытов, а без человека им не выжить, уж очень заметна их белая шкурка. Сейчас крысы стали популярны в качестве домашних животных, но мода изменчива — их голый хвост и рубиновые глазки могут надоест любителям, и тогда зверька останется надеяться только на науку. Ибо пока существует биология, живы будут и белые крысы.

Кандидат биологических наук
Наталья Резник



Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Леденящие звуки

Американские ученые Стивен Гаррет и Мэтт Поуз из лаборатории прикладных исследований Пенсильванского университета разработали экологически чистый холодильник. В нем нет химических реагентов — продукты охлаждаются звуком. Маленький термоакустический холодильник очень пригодится, например, для лотков с мороженым (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 4 декабря 2002 г.).

Большинство производимых в мире холодильников и кондиционеров работают на фторсодержащих химических хладагентах, которые запрещены по международному соглашению 1996 года. Вещества, рекомендованные в качестве замены, не опасны для озонового слоя, но они способствуют развитию парникового эффекта, действуя в 3000 раз сильнее, чем углекислый газ.

Метод получения холода при помощи звука лишен всех этих недостатков. В термоакустическом холодильнике стоит генератор звуковых волн высокой мощности в экологически чистом инертном газе, который преобразует энергию колебаний в холод. В обычных природных условиях столь мощные звуковые волны не встречаются.

Для измерения силы звука в акустике применяют единицы логарифмической шкалы — децибелы. Болевой порог для человеческого уха составляет 120 децибел (дБ) — примерно такова громкость звука на рок-концерте рядом со сценой. При громкости в 165 дБ мощность звука повышается в 30 000 раз, этого достаточно, чтобы от нагрева при трении о воздух загорелись волосы. М. Поуз и С. Гаррет создали колебания примерно в 10 раз более мощные — 173 дБ. В термоакустическом холодильнике звуковые волны не выходят за пределы замкнутой системы. Даже если резонатор сломается, звук не достигнет уха человека — высокая мощность развивается только при резонансе в сжатом газе.

Идея использовать звук для охлаждения родилась двадцать лет назад в Национальной лаборатории Лос-Аламоса. Но для внедрения в практику новая система должна быть эффективной: необходимо, чтобы максимальная часть энергии шла на воспроизводство звука. У обычного звукового динамика коэффициент полезного действия не превышает 1%, то есть лишь сотая часть поступающей электроэнергии превращается в звуковую. Это связано с тем, что частоты звуков лежат в широком спектре от 20 до 20 000 Гц (диапазон восприимчивости человеческого уха). Пенсильванские изобретатели создали динамик, который работает на частоте, близкой к собственной резонансной, а также использовали металлические гофрированные мембраны, заменяющие рупор и сжимающие газ. В результате эффективность возросла до 89% при мощности в 5 киловатт. Поскольку динамики не содержат смазочных материалов или скользящих уплотнений, работать они могут долго, почти не требуя ухода и не загрязняя окружающую среду.

А.Ефремкин

...до сих пор в США есть люди, которые не верят, что американские астронавты побывали на Луне, и считают лунные экспедиции на «Аполлонах» обманом («Nature», 2002, т.420, с.9)...

...СВЧ-технологии позволяют получать из угля дешевое топливо для дизельных двигателей — водоугольные смеси («Известия Академии наук. Энергетика», 2002, № 5, с.103)...

...бурый уголь можно безотходно перерабатывать в пористые углеродные материалы различного назначения («Химия твердого топлива», 2002, № 6, с.19)...

...обнаружено, что при растворении в нефти легких газов ее вязкость значительно уменьшается («Теоретические основы химической технологии», 2002, № 6, с.638)...

...в США создана база данных «Sci-Glass», содержащая сведения о 250 тыс. стекол и расплавов («Физика и химия стекла», 2002, № 5, с.385)...

...в гидрофобных полостях могут возникать гексагональные нанотрубки из молекул воды, напоминающие хорошо известные углеродные нанотрубки («Журнал структурной химии», 2002, № 4, с.757)...

...в последние годы для лечения ишемической болезни сердца стали применять лазеры, которые восстанавливают кровообращение путем прожигания десятков отверстий в миокарде («Квантовая электроника», 2002, № 11, с.1006)...

...для размещения будущих могильников долгоживущих радионуклидов в Бельгии выбрали глинистые горные породы, в Финляндии и Швеции — гранитные, а в Германии — соляные купола («Атомная техника за рубежом», 2002, № 10, с.6)...

...сто лет назад уровень младенческой смертности в Европе достигал 50%, а сейчас в развитых странах он не превышает 8% («Вестник РАМН», 2002, № 9, с.4)...

Пишут, что...



...огнестрельные ранения могут вызывать хромосомные aberrации и другие повреждения генетического аппарата в клетках тех тканей, которые пуля непосредственно не задела («Генетика», 2002, № 12, с.1688)...

...красное вино, а также экстракты из винограда и оливок содержат много активных антиоксидантов («Биоорганическая химия», 2002, № 6, с.563)...

...число аптечных магазинов и киосков в России ежегодно возрастает на 12–17%, и их общее количество уже превысило 65 тысяч («Здравоохранение Российской Федерации», 2002, № 6, с.3)...

...средняя энергия тропического циклона, по некоторым оценкам, равна той, что высвобождается при одновременном взрыве четырех 20-мегатонных ядерных зарядов («Вестник МГУ. Физика, астрономия», 2002, № 4, с.65)...

...сброс использованной промышленностью воды в России составил в 1998 году 55,7 км³, в котором доля недостаточно очищенной воды — 39,5%, а совсем не очищенной — 11,4% («Российский химический журнал», 2002, № 4, с.11)...

...выбросы трития атомными электростанциями не представляют угрозы для окружающей среды и не требуют постоянного контроля («Водные ресурсы», 2002, № 5, с.620)...

...в настоящее время в мире насчитывают около 250 млн. людей, страдающих ожирением («Терапевтический архив», 2002, № 10, с.5)...

...чайный гриб (медузомицет) представляет собой симбиоз уксуснокислых бактерий и различных дрожжей, и потому он не есть гриб с биологической точки зрения («Биофизика», 2002, № 6, с.1121)...

...в XX веке с Земли были запущены 183 космических аппарата, предназначенных для изучения Луны, планет и малых тел Солнечной системы («Космические исследования», 2002, № 5, с.480)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Настройщик больше не нужен

Рояль с его двумястами струнами — единственный инструмент, который музыкант не может настроить сам. Но даже когда это делает профессионал, струны снова быстро приходят в негодность, так как реагируют на малейшие изменения температуры, влажности, силу удара при игре.

Идея самонастраивающегося рояля не нова. Однако многочисленные изобретатели разрабатывали механические устройства, по сути повторяющие действия настройщика: каждая струна обеими концами намотана на колки, которые нужно повернуть, чтобы ослабить или усилить ее натяжение.

Дон Гилмор из Канзас-Сити (штат Миссури, США) предлагает принципиально новый подход: натяжение струн регулирует электрический ток. Чем больше его сила, тем горячее становится струна, длина ее увеличивается и натяжение ослабевает. Готовый фабричный инструмент должен быть настроен на полтона выше, чем надо, а остальное сделает электроника (по сообщению агентства «New Scientist» от 4 декабря 2002 г.).

Под каждой струной расположены две магнитные катушки. На одну из них подается ток, создающий магнитное поле, которое заставляет струну вибрировать. Из-за этого на второй катушке тоже возникает слабый электрический ток, который поступает на частотный анализатор. Микрокомпьютер сравнивает полученное значение частоты с заданным для струны и дает команду питающему транзистору подать импульсы, которые меняют величину тока, идущего по струне. Струна нагревается, а частота снижается до нужного значения. Звуки от колебания струн при настройке едва слышны. Рабочая температура таких струн — около 35 градусов, рояль потребляет 500–600 Ватт.

Электронные настройщики поступят в продажу в конце 2003 года. Они будут установлены на инструментах американской фирмы «Story and Clark». Насколько они будут дороже обычных, пока неизвестно.

Как к новому изобретению относятся сами настройщики? С одной стороны, они, конечно, обеспокоены перспективой остаться без работы. А с другой — без них все равно не обойдутся: концертные рояли настраиваются с учетом акустики зала, поэтому заранее установленные параметры тут не годятся.

Е.Сутоцкая



Б.ЛАРИОНОВУ, вопрос из Интернета: *Скорее всего, при освещении рабочего места лампой дневного света глаза устают из-за мерцания; попробуйте купить более современный образец (с U-образно изогнутой трубкой) — такие лампы не мерцают, возможно, потому, что люминофор в них имеет большее время послесвечения.*

Ж.М.КОМАРОВОЙ, Москва: *Литовское мыло с желчью, о котором мы писали, никуда не делось, оно по-прежнему поступает в продажу под названием «Антипятин» и так же хорошо отстирывает органические загрязнения.*

А.Ю.РЫБАКОВУ, пос. Сокол Свердловской обл.: *Вы правы, найти подходящую глину для керамики можно, трудности начнутся с обжигом; методики мы вам выслали по почте, но все-таки: покупать электропечь или строить горн для обжига только ради того, чтобы построить убежища аквариумным рыбам, — это как же надо любить рыб?!*

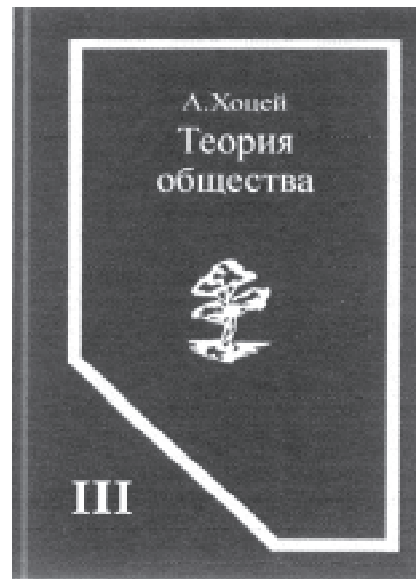
В.Б.ЛОКШИНУ, Тула: *То, что красный свет индуцирует прорастание семян (естественно, увлажненных и набухших), — вовсе не лженаука, а чистая правда, в этом процессе, очевидно, задействована пигментная система фитохром; но, во-первых, «дальний красный» с длиной волны около 720 нм оказывает противоположное действие — погружает семена в состояние покоя, а во-вторых, известны отдельные виды, чьи семена прорастают только в темноте, например фацелия пижмолистная.*

М.В.ВОЛКОВУ, Санкт-Петербург: *Меласса — это патока, получаемая как отход производства свеклы, к растению Melissa отношения не имеет.*

О.П.ПАНФИЛОВОЙ, Ужгород: *Ни в коем случае не надо гасить уксусом пекарский порошок-разрыхлитель — он и без того содержит кислоту.*

Г.П.САМЫЛКИНОЙ, Москва: *Слово «обеспложенный» в принципе существует и даже приведено в некоторых словарях, но «стерилизованный», «стерильный», по нашему мнению, звучит лучше, да и понятнее.*

ФИРМЕ, занимающейся подбором кадров: *Кадры мы себе подбираем сами, но очень интересен пункт о «бесплатной замене торговых представителей и продавцов-консультантов в течение гарантийного срока» — сравним ли гарантийный срок продавца с ожидаемой продолжительностью его жизни, или все-таки речь идет об андроидах?*



**«Хоцей А.С. Теория общества: В 3 томах
Том III. Книга вторая.
— Казань: ПИК «Дом печати»,
2002. — 623 с.**

Вышла вторая книга третьего тома сочинения А.Хоцей «Теория общества». Она посвящена исследованию генезиса буржуазного строя и сущности феномена СССР

Реальная история человечества — это векторный результат как минимум двух различных процессов: развития и конкуренции. По мнению автора, каждый из этих процессов характеризуется своими специфическими закономерностями и должен изучаться силами особой теории. Соответственно, историю человечества в целом надо рассматривать не как единый, а как двойственный в теоретическом плане объект, то есть используя две различные теории.

Хоцей рассматривает буржуазные общества и их развитие с разных сторон. По его мнению, буржуазные общества в процессе развития начинают конкурировать между собой и это меняет русло истории, буржуазный строй развивается со множеством искажений. Исследовав самые последние искажения, автор представил читателю концепцию так называемого «догоняющего развития». Именно так зародился советский строй, который по своей сути является бюрократическим. Хоцей выделяет особый общественный класс — бюрократию, и все перипетии отечественной истории последних ста лет объясняет поведением бюрократии, преследующей свои интересы и действующей в особой исторической обстановке. Помимо того, в данном томе содержится более подробное изложение авторской концепции классов вообще и такого класса, как бюрократия, в частности.



Международный Союз
выставок и ярмарок



8 - 12 сентября 2003 г.

ХИМИЯ

12-я международная выставка
химической промышленности

'2003

Организатор:

ЗАО "Экспоцентр"
при содействии ЗАО "Росхимнефть"

Официальная поддержка:

Министерство промышленности,
науки и технологий РФ
Министерство экономического
развития и торговли РФ
Правительство Москвы
Российский союз химиков

Россия, Москва, Выставочный комплекс
ЗАО "Экспоцентр" на Красной Пресне



ЭКСПОЦЕНТР

123 100, Москва, Краснопресненская наб., 14. ЗАО "Экспоцентр"
Телефон: (095) 255 37 39. Факс: (095) 205 60 55
E-mail: mir@expocentr.ru