



XXI

19
2002
ФНЗИЖ ИРИИИИИ







Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

11
2002

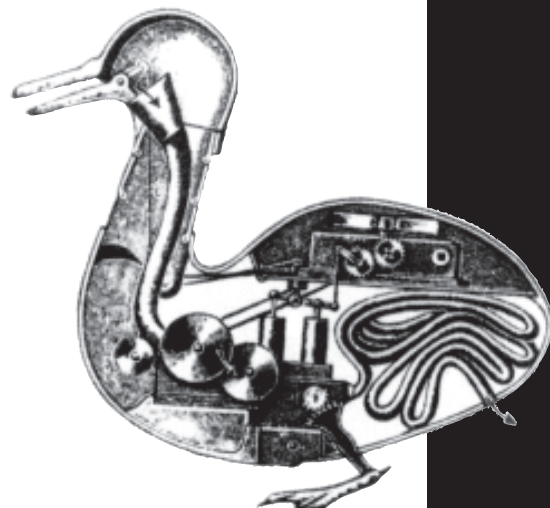
*Не по мычанию
узнают силу быка,
а по работе.*

Р.Гамзатов



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Биохимия и генетика
как олимпийский вид спорта»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Василия Кандинского «Небесно-голубое».
Поднимая взгляд к небесам, мы испытываем
только положительные эмоции. А вот если бы
мы жили несколько миллионов лет назад,
наши ожидания были бы совсем иными.
Об этом читайте в статье «Мезозой и эволюция
по Дарвину»*





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

Зав. редакцией

Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альшuler, 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 07.11.2002

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.chem.msu.su:8081/rus/journals/>

chemlife/welcome.html;

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

<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка

на «Химию и жизнь — XXI век»

обязательна.

Подписные индексы:

в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232

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

в Объединенном каталоге

«Вся пресса» — 88763 и 88764

(рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

© Издательство

научно-популярной литературы

«Химия и жизнь»

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



Спонсор
 журнала
 фирма

ChemBridge Corporation



Химия и жизнь — XXI век

8 Открытие «острова стабильности» сверхтяжелых ядер, сделанное Ю.Ц.Оганесяном с его коллегами, по праву можно считать работой нобелевского уровня.

Можно ли прочесть текст, не открывая книгу? Можно, если сфокусировать узкий терагерцевый луч на нужную глубину и просканировать соответствующую страницу.



ИНФОРМНАУКА

СОЛНЦЕ УТОПИЛО ЕВРОПУ	4
СТОЛЕТ РУССКИМ ДИНОЗАВРАМ	4
АНАЛИЗИРУЙ ЭТО	5
ПРАКТИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ФРУКТОЗА	6
ОГНЕТУШИТЕЛЬ ДЛЯ НЕФТЕХРАНИЛИЩ И САМОЛЕТОВ	6
ЭХ, ДОРОГИ, ПЫЛЬ ДА ТУМАН	7

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.М.Комаров	
ПУТЬ К ОСТРОВУ СТАБИЛЬНОСТИ	8

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Г.М.Курдюмов	
ЭЛЕМЕНТОГРАФИЯ	16

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Алексеев	
УВИДЕТЬ СКРЫТОЕ ОТ ГЛАЗА	17

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.П.Скулачев	
ФЕНОПТОЗ, ИЛИ ЗАПРОГРАММИРОВАННАЯ СМЕРТЬ ОРГАНИЗМА	20

РАССЛЕДОВАНИЕ

Е.А.Бельшесов	
МЕЗОЗОЙ И ЭВОЛЮЦИЯ ПО ДАРВИНУ	26

ИНФОРМНАУКА

ТРОПИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ ЗАСЕЛЯЮТ ПОДМОСКОВНЫЕ РЕКИ	31
---	----

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

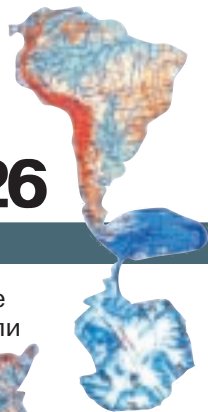
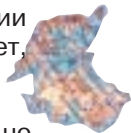
С.М.Комаров	
ДЕТИ ПЬЯНОЙ МАТЕРИ — НЕ ВСЕ ПОТЕРЯНО	32

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

В.Б.Прозоровский	
КРЫСИК — СЫН КРЫСА-АЛКАША	33

26

Почему гигантские звероящеры летали на протяжении миллионов лет, хотя это кажется принципиально невозможным, и почему затем повсеместно исчезли? Ответы на эти вопросы может дать гипотеза расширения земного шара.



39

Профессиональные спортсмены, применяющие допинг, рано становятся инвалидами. Медики трубят тревогу, но в производстве допинга замешаны такие огромные деньги, что сделать практически ничего нельзя.



В номере

20

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Существуют ли врожденные программы самоубийства и действительно ли они включаются, когда особь становится нежелательным членом общества?

36

ЗДОРОВЬЕ

О допингах, которые принимают французские студенты накануне экзаменов.

46

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

О водном гиацинте, пожирающем остатки ядовитого ракетного топлива, которые проливаются на землю и в болота в тех местах, где упали первые ступени ракет.

50

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Почти все о керамике — электрической, магнитной, оптической, химической, конструкционной.

60

ДИСКУССИЯ

Наши публикации об альтернативном видении спротоцировали жаркую дискуссию в научном мире. Действительно ли мы наблюдаем чудо или все дело в банальной фальсификации, которая стала возможной из-за несовершенной постановкой эксперимента?

ЗДОРОВЬЕ

Э.Монье
«КАЖДЫЙ ПЯТЫЙ СТУДЕНТ ПРИМЕНЯЕТ ДОПИНГ НАКАНУНЕ ЭКЗАМЕНОВ» 36

В.Благутина
БИОХИМИЯ И ГЕНЕТИКА КАК ОЛИМПИЙСКИЙ ВИД СПОРТА 39

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

С.Мотылев
ВОДНЫЙ ГИАЦИНТ В ГЕПТИЛОВОМ БОЛОТЕ 46

А.Ермаков
СПИРТ ИЗ ВОДНОГО ГИАЦИНТА 49

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Ю.Д.Третьяков
КЕРАМИКА НАШИХ ДНЕЙ 50

РАЗМЫШЛЕНИЯ

У.Джеймс
ОБМАНЫ И МИСТИФИКАЦИИ В НАУКЕ 58

ДИСКУССИЯ

ВИДИМ — НЕ ВИДИМ? 60

С.М.Комаров
ДВЕ МОДЕЛИ 60

Е.Б.Александров
«Я СОВЕРШЕННО УБЕЖДЕН, ЧТО РЕЧЬ ИДЕТ О ПОШЛОЙ МИСТИФИКАЦИИ» 62

ФАНТАСТИКА

В.Аренев
ЗОДЧИЙ-БЕЗ-ОЧЕЙ 64

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник
ПРАВДА ОБ АМЕБЕ 73

НОВОСТИ НАУКИ 18 КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 44 ПИШУТ, ЧТО... 70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 54 ПЕРЕПИСКА 72



ГЕОФИЗИКА

Солнце утопило Европу

Причиной сильных наводнений в Европе минувшим летом, возможно, стала высокая солнечная активность. Она вызвала образование циклонов, насыщенных гигантским количеством влаги. Зарождаясь над Атлантикой и северной частью Средиземного моря, циклоны перенесли воду на европейские страны и юг России. Эту гипотезу выдвигает кандидат физико-математических наук Владимир Пудов из Обнинска.



Чтобы предсказать циклон или тайфун, сначала хорошо бы узнать, где он рождается. Таким необычным поиском занимаются сотрудники НПО «Тайфун» в Обнинске. Однако ливни, подобные тропическим, могут идти не только в тропиках, но и в других вполне благополучных местах. Как установили ученые, одним из районов, где возникают такие циклоны, — северная часть Средиземноморья, вдоль побережья Франции и Италии. Именно отсюда минувшим летом пришла большая часть циклонов, сопровождавшихся наводнениями во многих европейских странах и на юге России, а в последние дни сильными снегопадами в Австрии и на севере Италии.

«Пока нет сколько-нибудь надежного прогноза ливневых осадков хотя бы на пару недель. Механизм этого явления до сих пор не ясен, поэтому-то и стали популярны весьма оригинальные идеи, к примеру, о том, что подземные воды выдавливаются на поверхность внутренними силами жидкого ядра. Я предлагаю гипотезу, более соответствующую фактам», — поясняет В.Пудов, ведущий научный сотрудник НПО «Тайфун».

В июле 2002 года произошло сильнейшее возмущение геомагнитного поля Земли, вызванное аномально высокой активностью Солнца. Такого не было уже сто лет! Магнитное поле Земли слишком слабое и не может напрямую влиять на изменения погоды, но через океан и облака атмосфера отвечает на брошенный вызов. Будучи неплохим проводником, морская вода, двигаясь в геомагнитном поле, приобретает электрический заряд, порождая объемные теллурические токи, достигающие вблизи побережья нескольких тысяч ампер. В результате на поверхности моря возника-

ют дополнительные электрические силы, которые помогают молекулам воды оторваться и уйти в атмосферу. Когда электризация воды сильна, как было в этом году, испарения моря достигают очень больших объемов.

Потом вступают в игру облака. Поверхность океана и облачные системы — своеобразный конденсатор с противоположно заряженными пластинами. Заряженные брызги морской воды вовлекаются в облака, насыщая их водой и усиливая электрический заряд. Накопление влаги в тучах продолжается до тех пор, пока не происходит разряда между пластинами конденсатора. Когда электричества в конденсаторе очень много, например из-за сильных геомагнитных бурь, то образованные в нем облака будут полны влаги, что, в свою очередь, запускает механизм рождения циклона. Циклон движет огромные влажные массы и выплескивает их мощными ливнями там, где резко меняется температура воздуха. Подобное явление, видимо, произошло минувшим летом, когда чуть ли не вся Европа оказалась под водой.

Такое объяснение проливает свет и на тайну рождения тайфунов. «Долгое время мы не могли понять, откуда в тайфуне столько воды. Если бы она пополнялась только за счет водяного пара с поверхности океана, то при его конденсации в атмосфере выделялось бы гигантское количество тепла, которого хватило бы, чтобы повысить температуру всей тропосферы до фантастических значений! Но этого не происходит. Значит, есть другой поставщик воды для тайфуна. Я думаю, что электромагнитные эффекты, вызывающие подъем капель воды в облака, могут быть таким дополнительным источником», — считает В.Пудов.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Сто лет русским динозаврам

В этом году отечественная палеонтология отмечает юбилей — сто лет назад, в 1902 году, на берегу Амура русские исследователи впервые обнаружили кости динозавров. Приамурские местонахождения продолжают дарить нам интересные находки. В прошлом году палеонтологи завершили раскопки целого скелета гигантского динозавра, а в нынешнем — пополнили коллекцию костей древних ящеров новыми образцами. Раскопки поддерживает Российский фонд фундаментальных исследований.

Еще сто лет тому назад в Приамурье появилась первая коллекция костей динозавров. А в прошлом году палеонтологи сделали себе подарок к приближающемуся юбилею — откопали целый, хорошо сохранившийся скелет поздне мелового ящера гадрозавра. Они обнаружили его на юго-востоке Амурской области, вблизи деревни Кундур, причем на первые кости наткнулись в 1990 году дорожные рабочие при реконструкции участка автомобильной трассы Чита-Хабаровск.

Раскопками динозаврового кладбища занялись специалисты из Амурского комплексного научно-исследователь-





ского института ДВО РАН (Благовещенск), а потом подключились ученые из других научных организаций: Палеонтологического института РАН (Москва), Зоологического института РАН (Санкт-Петербург), Биолого-почвенного института ДВО

РАН (Владивосток) и из Королевского института естественных наук Бельгии (Брюссель). Скелет гадрозавра неподалеку от деревни Кундур палеонтологи нашли летом 1999-го, но им понадобилось три года работы, чтобы его откопать.

Гадрозавры — крупные, 10–12 метров в длину, растительноядные ящеры с мощными задними и небольшими передними лапами. Еще их называют утконосыми ящерами за вытянутые и сплюснутые наподобие утиного клюва челюсти. Череп разных видов гадрозавров часто украшен костным выростом. У кундурского ящера вырост был очень крупным, направлен вверх и назад, этим он отличался от других гадрозавров, поэтому ученые отнесли его к новому роду и виду. Его описание скоро появится в научном издании.

В этом году ученые продолжили раскопки в Кундуре и пополнили коллекцию ископаемых костей, в которой содержатся остатки позднемезозойских черепах и крокодилов, но больше всего — динозавров. Кроме гадрозавров, палеонтологи обнаружили кости панцирных ящеров — анкилозавров, мелких и крупных хищников, включая близких родственников знаменитого тираннозавра. Пока в Кундуре вскрыто чуть более 100 квадратных метров поверхности, но, по предположениям ученых, площадь местонахождения составляет несколько тысяч квадратных метров.

Возраст приамурских динозавров — 68–70 миллионов лет. В то время с окружающих обширную Амуро-Зейскую впадину гор часто сходили сели, порождаемые продолжительными ливнями или

землетрясениями. Животные нередко гибли в грязевых потоках, а их останки сносило к реке. Некоторые специалисты считают, что приамурские динозавры были самыми поздними из всех найденных на территории Азии.

Первые динозавры стали известны в конце первой четверти XIX века по находкам, сделанным на территории Англии. Слово «динозавр» вошло в обиход только в 1841 году. К началу XX века ученые узнали о существовании более 100 видов динозавров. Увы, но динозавры в России в то время, по словам американского профессора О.Марша, «были замечательны только тем, что их не было».

И вот в 1902 году на правом берегу Амура рыбаки из левобережного казачьего селения обнаружили костяк крупного животного. Почти сразу сообщение об этом событии появилось в газете «Приамурские ведомости». В том же году на место необычной находки отправился археолог-любитель А.Я.Гуров, который собрал коллекцию ископаемых костей и передал ее в краеведческий музей Благовещенска. А в 1916–1917 годах на месторождении, названном Белые Кручи, работала специальная экспедиция, снаряженная Геологическим комитетом России. В 1925 году палеонтолог А.Н.Рябинин по находкам, сделанным этой экспедицией, описал утконосого динозавра, которого он назвал «маньчжурозавром». В конце 40-х годов новое местонахождение динозавров было открыто на западной окраине города Благовещенска. В 80-х годах уже прошлого века раскопки этого местонахождения начал палеонтолог Ю.Л.Болотский, здесь он обнаружил и описал останки неизвестного ранее ящера — амурозавра. Так же как и маньчжурозавр, он относится к группе гадрозавров.

Сейчас ученые обнаружили кости динозавров во многих регионах России. На Дальнем Востоке, кроме Амурской области, они оказались в нескольких местонахождениях в Якутии и на Сахалине. Находки динозавров известны в Забайкалье и в Южной Сибири (Кемеровская область, Красноярский край), а в европейской части России крупных мезозойских ящеров нашли в Поволжье, Белгородской, Курской и Московской областях. И все же Приамурье по качеству и количеству находок остается самым динозавровым регионом в нашей стране.

ЭЛЕКТРОНИКА

Анализируй это

Расширить возможности приборов для изучения состава и строения вещества предложили физики из Санкт-Петербурга, выигравшие инновационный конкурс РФФИ. Добавив один небольшой блок к традиционной технике, можно будет улучшить параметры ее работы, увидеть новые свойства объектов и даже открыть новые природные явления.

С конца 60-х годов наши научные учреждения закупили суперсовременное по тем временам оборудование для анализа различных веществ, выпускаемое фирмами «Камека», «Джеол», «Филипс». В различных НИИ и вузах и по сей день сохранился огромный парк этих дорогостоящих приборов, которые рано списывать, потому что они работают и решают нужные задачи, но функции их можно расширить, добавив новые устройства. С этой задачей справились сотрудники Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН под руководством доктора физико-математических наук, профессора Семена Григорьевича Конникова. Они разработали катодолуминесцентную систему, включающую блоки для регистрации спектра излучения в видимом и инфракрасном диапазоне и получения данных в видеоформате.

Дополненный такой системой, к примеру, растровый электронный микроскоп или рентгеновский микроанализатор позволит получать принципиально новую информацию о физических и физико-химических параметрах и характеристиках различных типов объектов: он зарегистрирует сигнал от монослоя вещества, определит валентность ионов, покажет, где и какие скрыты дефекты и т. д. С его помощью удобно будет исследовать полупроводники, диэлектрики и наноструктуры, в том числе с самоорганизованными квантовыми точками (Государственная премия этого года, академик Ж.И.Алферов, Н.Н.Леденцов и др.). Его можно применять в твердотельной микро-, нано- и оптоэлектронике, материаловедении, минералогии, биологии.

Главная проблема подобных систем в том, чтобы собрать излучение от объекта и вывести его для анализа. В новом приборе разработчики применили оригинальную схему из двух сферических зеркал: вогнутого с большим диаметром для сбора излучения и выпуклого с меньшим диаметром, образующим из него параллельный пучок. Именно его «ловит» сам анализатор, обеспечивая неплохое разрешение спектра — одна десятая нанометра. Это значит, что исследователь сможет





различить, например, ионы двух разных веществ, излучение которых почти одинаково. Сам блок небольшой — 40×30 см, весит 5 кг, что позволяет монтировать его прямо на колонне микроскопа либо микроанализатора. Ученые испытывали установку на сложных для анализа веществах: пористом углероде и фторидных пленках толщиной всего в несколько молекулярных слоев, где они обнаружили чрезвычайно малые примеси редкоземельных элементов.

В России сейчас действует 50 центров коллективного пользования для ученых, где в основном и используют дорогие электронные приборы, поскольку для них легче купить комплект оборудования, которым потом воспользуется много людей. Именно эти центры, по словам профессора С.Г.Конникова, станут основными потребителями новой системы, предложенной физиками из Санкт-Петербурга.

БИОТЕХНОЛОГИИ

Практически чистая фруктоза

Многие люди по разным причинам сидят на диете, которая исключает сахар, но сладкого им все же хочется. Воронежские ученые нашли способ значительно упростить производство одного из заменителей сахара — фруктозы.

То, что мы называем сахаром, на самом деле — сахароза, соединение, состоящее из двух сахаров, глюкозы и фруктозы. Сахарозу синтезируют растения, это основной промежуточный продукт фотосинтеза. Но многим сахароза вредна, и в обиход вошли ее заменители, в том числе фруктоза. Она в два с половиной раза слаще обычного традиционного сахара, поэтому ее можно потреблять в значительно меньших количествах и уменьшить тем самым число съеденных калорий. Кроме того, фруктоза на 40% дешевле сахарозы (высокую продажную цену фруктозы ученые

считают необоснованной). На кафедре микробиологии и биохимии Воронежской государственной технологической академии нашли способ существенно упростить производство фруктозы.

Как получить фруктозу? В чистом виде она в растениях не встречается, только в составе полимеров или сложных молекул. Самая распространенная фруктозная технология — получение глюкозо-фруктозных сиропов. Их делают из крахмала — полимера глюкозы. Крахмал расщепляют на молекулы глюкозы, которые затем превращают во фруктозу (это сделать легко). Но вся глюкоза во фруктозу никогда не превращается, к тому же это обратимый процесс, поэтому сахара приходится разделять. Чем лучше разделять, тем чище получится фруктоза. Многие растения содержат полимеры фруктозы в достаточных количествах, и казалось бы, гораздо проще делать фруктозу из них: процесс будет одностадийным, коротким и от глюкозы не придется избавляться. Все это так, но в распоряжении ученых нет фермента, расщепляющего полимеры фруктозы. В природе этот фермент есть, называется он инулиназа, его синтезируют многие микроорганизмы — грибы, дрожжи и некоторые бактерии. Однако эти ферменты находятся внутри клеток, выделить их и как следует очистить довольно сложно. Поэтому воронежские исследователи поставили перед собой задачу — получить из бактерий внеклеточную инулиназу, и успешно с ней справились.

Поиск активного продуцента инулиназы ученые вели среди бактерий рода *Vaccillus*, полученных из Всероссийской коллекции микроорганизмов. На первом этапе исследователи отобрали 24 штамма, способных расщеплять инулин (один из полимеров фруктозы). Затем среди них выбрали один, *Vaccillus polymyxa* 722, с самой высокой активностью инулиназы. Этот фермент прекрасно расщеплял инулин, ничего другого не делал, и, главное, бациллы выделяли его в среду.

Исследователи подобрали условия выращивания *Vaccillus polymyxa*, при которых выделение инулиназы происходит лучше всего. Питательная среда получилась очень простой и дешевой. Извлечь из нее фермент гораздо легче, чем из микробной клетки. В жидкость добавляют спирт, ставят на холод, и через 20 минут формируется осадок, из которого потом выделяют белок — инулиназу. Воронежские ученые разработали очень эффективный способ получения чистого фермента с помощью вымораживания питательной среды; необходимое для этого оборудование сконструировали на кафедре машин и аппаратов пищевых производств ВГТА. После вымораживания объем сре-

ды уменьшался в 2,4 раза (это значит, что на осаждение фермента потребуется меньше спирта), а удельная активность фермента возрастала в 12 раз. Очень важно, что полученная в результате очистки бациллярная инулиназа работает в достаточно обычных условиях: при 40°C в нейтральной среде. При этом фермент расщепляет до 99,6% инулина, и получается практически чистая фруктоза.

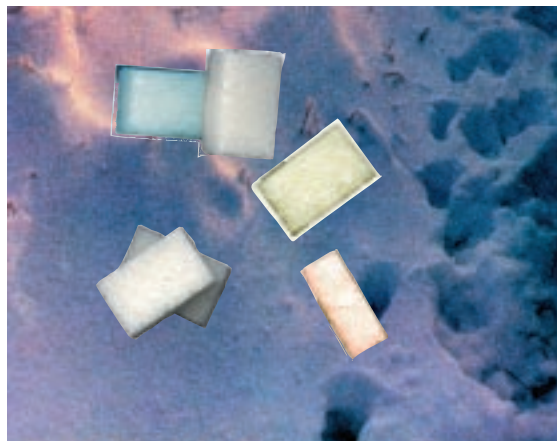
ТЕХНОЛОГИИ

Огнетушитель для нефтехранилищ и самолетов

Как потушить пожар в емкости с нефтепродуктами или в багажном отделении самолета, совершающего перелет? Это не столь простая задача, ведь доступ человека в подобные помещения ограничен, а то и невозможен. Российские ученые из ФНПЦ «НИИ прикладной химии» (Сергиев Посад) разработали высокоэффективный газоаэрозольный огнетушитель для объемного пожаротушения. Он срабатывает автоматически и не только уничтожает пламя, но и препятствует повторному воспламенению в течение нескольких часов. Основное действующее вещество огнетушителя — особый порошок.

Для тушения загоревшейся нефти сегодня, как правило, используют огнетушители с начинкой из порошка на основе аммофоса. Это вещество не надо специально синтезировать, его можно взять у природы, богатой залежами этого минерала. Аммофос измельчают до дисперсности 50 микрон, засыпают в огнетушитель и закачивают углекислый газ под давлением 15–16 атмосфер. Случись пожар, достаточно привести огнетушитель в действие, то есть нажать на рычаг и направить на пламя струю порошка, вырывающуюся под давлением углекислого газа. Почему порошок должен потушить пожар? Во-первых, аммофос начинает разлагаться уже при 80°C, то есть отбирает на себя тепло, требующееся для разложения. Во-вторых, разложившись, он образует радикалы, которые обрывают реакции горения. Кстати, именно такие огнетушители используют, когда загорается электропроводка и использование воды смертельно опасно для жизни.

Но это — устройства ручного действия. Лишь совсем недавно в емкостях с нефтью начали устанавливаться специальные плотники, на которых размещают ав-





томатическую систему пожаротушения. Как только в емкости начинается разогрев, система автоматически срабатывает и выбрасывает порошок. Но плотности невелики, поэтому противопожарные системы должны быть компактными, то есть содержать минимальное количество порошка, которое полностью потушит загоревшееся содержимое емкости.

Ученые из ФНПЦ «НИИ прикладной химии» (Сергиев Посад) разработали и изготавливают газоаэрозольные генераторы, которые как раз можно устанавливать в емкостях с нефтью. Они не только компактны, но и в несколько раз эффективнее обычных порошковых огнетушителей, поскольку их действующего вещества требуется гораздо меньше, чтобы потушить тот же объем нефтепродуктов. Секрет в том, что исследователи сумели сделать действующее вещество чрезвычайно мелким, со

средним размером частиц около 1 микрона. Это означает, что суммарная поверхность порошка увеличивается в тысячи раз, и благодаря этому эффективность пожаротушения возрастает в несколько раз. Надо добавить, что здесь играет роль не только размер, но и активность самих частиц. В данном случае она чрезвычайно высока, поскольку частицы, тушащие пожар, образуются непосредственно в момент приведения генератора в действие.

Выглядит это так. При малейшем разогреве (до 100–120°C) срабатывает устройство, поджигающее заряд пиротехнической смеси. Ее состав и есть ноу-хау настоящей разработки. При горении состава образуются чрезвычайно активные мельчайшие частицы пожаротушащего вещества. Это уже не тот аммофос, который берут из земли, а свежайшие частицы, не успевшие пока еще вступить в какие бы то ни было реакции и потому легко обрывающие реакции горения.

Этот генератор, а сегодня разработано уже несколько его модификаций, можно использовать не только при тушении танкеров с нефтью, но и при подавлении возгорания в самолетах и в любых герметичных или условно герметичных помещениях, где высока вероятность повторного загорания и куда доступ человека невозможен или ограничен. Дело в том, что образовавшаяся взвесь активных частиц держится в воздухе и сохраняет свои свойства в течение нескольких часов. Поэтому если что-то загорелось в багажном отделении самолета, который совершает перелет, то такой генератор позволит уничтожить пламя и гарантировать отсутствие повторного возгорания в течение нескольких часов. А этого времени заведомо хватит, чтобы

посадить самолет в ближайшем аэропорту. Система срабатывает автоматически, и участие человека в этом процессе не требуется.

Кстати, на основе этого генератора разработаны огнетушители и для двигателей в самолетах. Генераторы устанавливаются в гондоле, где расположен двигатель. Как только происходит загорание двигателя, срабатывают генераторы, выбрасывая достаточное количество порошка, который обволакивает двигатель и тушит пламя. Понятно, что такой огнетушитель можно с успехом использовать и на кораблях, наводных, подводных и космических, и в метро, и в обычных квартирах — где угодно.

Остается только добавить, что аналогов такому огнетушителю за рубежом нет.

ТЕХНОЛОГИИ

Эх, дороги, пыль да туман

Вы, конечно, помните путешествие ежика в тумане, полное всяких неожиданностей. Но туманные сюрпризы хороши в сказке, а на реальной дороге они могут стать причиной автомобильной аварии. Освободить дорогу от тумана можно с помощью установки, созданной специалистами Центральной аэрологической обсерватории.

Туман на дороге — настоящее бедствие. Из-за него снижается видимость, а значит, возрастает вероятность аварии, особенно на скоростных автомагистралях. Избавиться от тумана можно с помощью электростатического фильтра, созданного специалистами Центральной аэрологической обсерватории. Выглядит он так: металлическая рама, на которой закреплены осадочный электрод — тонкие металлические листы и высоковольтные изоляторы. К ним крепится коронирующий электрод из витой проволоки. Вся установка защищена заземленной металлической сеткой.

Существующие методы рассеивания туманов хороши для холодных туманов, возникающих при температуре ниже нуля. С теплыми туманами, возникающими при плюсовой температуре, несколько сложнее. Это устойчивые термодинамические образования, и для их рассеивания необходимы значительные затраты энергии. В промышленности с успехом используется электростатический метод осаждения тумана. Его суть

заключается в следующем. В электрическом поле двух электродов — коронирующего и осадительного — возникают ионы. Благодаря им капельки тумана приобретают электрический заряд и становятся чувствительны к электрическому полю. Под его действием они начинают двигаться к заземленному осадочному электроду, прилипают к нему и разряжаются.

Специалисты Центральной аэрологической обсерватории решили приспособить этот метод к открытым пространствам автострад. Подобно волшебникам, они творили туманы и рассеивали их. Творили и рассеивали... Они создавали различные погодные условия. То ясный теплый день с небольшим увеличением температуры, то пасмурный день с неизменной температурой или вечер с естественным похолоданием. Сначала ученые «колдовали» в небольшом, как чуланчик, помещении. Потом перешли к более крупным пространствам — комнатам, залам. И только потом выбрались на просторы дорог. Благодаря экспериментам ученые определили оптимальные формы электродов и напряжение коронного разряда, при котором время рассеивания тумана сокращается в несколько раз. Так, туман, для рассеивания которого в естественных условиях нужен час, при использовании электростатического метода исчезает через 7 минут.

На основе экспериментальных данных специалисты ЦАО и сконструировали электростатический фильтр. Испытания фильтра проводили на четырех километрах автострады Венеция — Триест. Его устанавливали на расстоянии 2,5 м от до-



роги. При этом осадочный электрод располагали перпендикулярно дороге. Во время работы фильтра следили за температурой воздуха, влажностью, направлением и скоростью ветра, изменением видимости на дороге. В результате исследователи пришли к выводу, что лучше всего фильтры устанавливать вдоль разделительной полосы, а между ними — щиты длиной три с половиной и высотой два с небольшим метра. При таком расположении установки образуется десятиметровая зона хорошей видимости по обе стороны от фильтра. Счастливого пути!



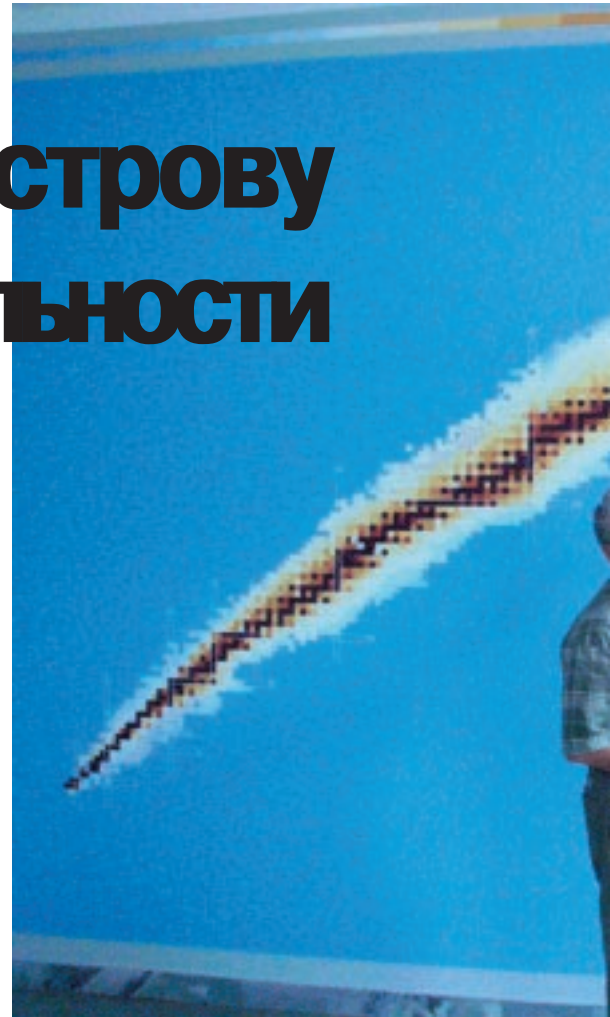
Открытие «острова стабильности» сверхтяжелых ядер, сделанное Юрием Цолаковичем Оганесяном и его коллегами, с полным правом можно считать работой нобелевского уровня. Это прорыв в ядерной физике вообще и в физике ядерных реакций с тяжелыми ионами в частности.

Член-корреспондент РАН Ю.Г.Абов

К ОСТРОВУ СТАБИЛЬНОСТИ

ПУТЬ

Остров стабильности — недостижимая мечта двух поколений физиков. Он отделен от обширного архипелага долгоживущих химических элементов проливом нестабильности, где время жизни ядер исчисляется тысячными долями секунды. Пролив нельзя перейти в несколько шагов. Чтобы получить хотя бы один атом сверхтяжелого элемента, способный жить тысячи лет, нужен один большой прыжок. Как сделать этот прыжок и существует ли он, этот остров, на самом деле? «Кажется он действительно есть и мы уже вышли на его склон», — говорит член-корреспондент РАН Ю.Ц.Оганесян, научный руководитель Лабораторией ядерных реакций им. Г.Н.Флерова в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна).



Ядро как капля

Планетарная модель атома, предложенная Резерфордом, сообразно которой вся масса атома сосредоточена в ядре, а оно окружено электронными орбитами, справедлива даже для очень тяжелых элементов. Согласно теории, такая «конструкция» может существовать вплоть до 176 элемента. Но, увы, столь тяжелых атомов до сих пор никто не находил — значительно раньше ядро становится нестабильным и самопроизвольно распадается на две части. Это явление — спонтанное деление ядра урана с периодом полураспада в 10 тысяч триллионов лет обнаружили в 1940 году Г.Н.Флеров и К.А.Петржак, которые в то время работали в ленинградском Физико-техническом институте под руководством И.В.Курчатова. Именно спонтанное деление определяет границы существования химических элементов, составляющих наш мир. Поэтому вопрос об их числе надо переадресовать из химии в ядерную физику.

Одну из первых и, как считают сейчас — «классических» моделей ядра, на

основе которой можно было объяснить спонтанное деление урана, построили в 1939 году независимо друг от друга Н.Бор с Дж.Уиллером и Я.И.Френкель. В этой модели, получившей название «модели жидкой капли», ядро уподоблено капле бесструктурной жидкости, которая состоит из протонов и нейтронов. В ней действуют две силы: кулоновское отталкивание протонов пытается растянуть ядро, а противоположная ему сила поверхностного натяжения стремится придать капле компактную (сферическую) форму. С увеличением атомного номера, то есть заряда ядра, величина силы отталкивания возрастает как квадрат заряда, деленный на радиус. А силы сцепления (поверхностного натяжения) пропорциональны поверхности, или квадрату радиуса ядра. Нетрудно посчитать, что делимость ядра зависит от отношения квадрата его заряда к объему или массе. В районе урана, то есть элемента, ядро которого содержит 92 протона и 146 нейтронов, противоборствующие силы становятся примерно равными, и дальнейшее увеличение числа протонов в ядре-капле быстро увеличивает веро-

ятность спонтанного деления. К 104–106-му элементу такая капля должна быть совершенно нестабильной к разделению на два осколка.

Так и оказалось на самом деле: когда физики стали получать в ядерных реакторах искусственные элементы тяжелее урана и дошли до 100-го элемента, фермия, выяснилось, что далее время их жизни очень быстро падает.

Гармония ядерных форм

В эту, казалось бы, ясную картину пределов существования химических элементов, неожиданно вмешалось явление, открытое советскими физиками в 1962 году. Группа молодых ученых из лаборатории Флерова в Объединенном институте ядерных исследований установила, что у ядра урана есть еще один период полураспада спонтанного деления. Он измеряется не триллионами лет, а долями микросекунды. Различие в 17 порядков! Расчет давал: если ядро уже перевалило за вершину барьера деления, его дальнейшая судьба, то есть сильное изменение формы и затем



Фото С.М.Комарова

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

меньше полной энергии ядра, но тем не менее высота барьера деления, а следовательно, и стабильность ядра, определяются величиной этой поправки. Какова физическая природа структурных эффектов?

Анализируя известные сведения о ядрах более легких элементов, физики обнаружили, что среди них есть такие, у которых нуклоны связаны заметно сильнее, чем у соседей. Эффект «стабильности» проявляется, если число протонов или нейтронов равно некоему, получившему название «магическое», числу. Ряд этих чисел для существующих в Земле элементов таков: 2, 8, 20, 28, 50, 82 и 126. Самыми стабильными оказались дважды магические ядра, то есть те, у которых количе-

ство и протонов, и нейтронов равно магическому числу. Это гелий-4, кислород-16, кальций-40, кальций-48 и свинец-208. Не будь у свинца дважды магического ядра, он был бы радиоактивным и давно бы распался.

Не имея строго теоретического описания такой повышенной стабильности, пришлось пойти по пути аналогий. В химии самые стабильные и инертные вещества — благородные газы с заполненными электронными оболочками. Поэтому магические числа тоже стали относить к заполненным, но уже ядерным оболочкам. Это название условное — ни о какой геометрии здесь речи не идет. Ядро — микроскопический объект. Его описывает квантовая механика, и под структурой имеют в виду лишь структуру энергетических уровней, или состояний, которые может занимать данный объект. Жидкая капля — объект макроскопический, и его уровни расположены на равных расстояниях друг от друга. Структурная добавка изменяет расстояния между уровнями. У магических ядер они располагаются далеко один от другого. Это означа-

ет: чтобы перевести ядро в какое-то другое состояние, например разделить на два осколка, нужно затратить дополнительную (по сравнению с каплей) энергию.

Согласно теории оболочек, дважды магические ядра — основа нашего мира. Это пики его стабильности, все остальные элементы не более чем отклонения, которые группируются вокруг пиков. В начале и в середине таблицы Менделеева пики расположены столь близко, что возникает непрерывная череда стабильных и долгоживущих изотопов. Однако в области тяжелых элементов, у свинца и далее, пики расходятся далеко. Не случайно в середине таблицы возникает радиоактивный технеций.

Расчет показал, что следующий пик стабильности должен быть в районе 114–120-го элементов. Он отделен от мыса известных трансурановых элементов проливом нестабильности. Вот так возникла идея о существовании острова стабильности, на штурм которого направили и продолжают до сих пор направлять свои усилия физики-ядерщики. О том, куда они уже добрались, — речь позже, а сначала история про освоение мыса трансуранов.

Самопроизвольное превращение элементов

Когда Д.И.Менделеев в 1870 году создал Периодическую систему элементов, в ней было 92 элемента, из которых 24 оставались неизвестны. Довольно быстро, за два десятка лет, с помощью тщательного анализа минералов большую часть из них, а именно галлий, германий, редкие земли и благородные газы удалось найти на Земле. Исключение — гелий, который впервые обнаружили в спектре излучения солнечной короны.

Далее началась история нестабильных радиоактивных элементов. Начал ей положить В.-К.Рентген, который 8 ноября 1895 года зафиксировал X-лучи. Они возникали при столкновении быстрых электронов с мишенью, от них чернели фотопластинки и све-

разрыв на два осколка, разыгрывается за очень короткое время, 10^{-20} секунды. Наблюдаемое же время — 0,3 микросекунды оказалось почти на 14 порядков больше. Получалось: ядро урана по пути к распаду на два осколка достигает промежуточного состояния и может застыть в нем на весьма долгое, по ядерным масштабам, время. Для капли такое развитие событий исключено. А возможно оно, если у ядра есть внутренняя структура, то есть ядро способно принимать различные, более или менее устойчивые конфигурации. В одной из них оно и застывает после того, как начало деформироваться.

Физики-теоретики, и прежде всего В.М.Струтинский из Института атомной энергии, придумали, как рассчитывать энергию ядра, чтобы учесть структурную добавку к энергии капли. Оказалось, что она очень мала, всего несколько миллионов электрон-вольт*. Эта энергия примерно в тысячу раз

* Электрон-вольт — энергия, которую приобретает электрон, переместившись между двумя точками с разностью потенциалов электрического поля в один вольт.

тились некоторые вещества, например кристаллы циано платината бария. Менее чем через год А.-А. Беккерель установил, что получить лучи с такими же свойствами можно без всяких ухищрений — их излучают соли последнего, 92-го, элемента таблицы — урана. Так было открыто совершенно новое явление природы — радиоактивное превращение вещества. Вскоре после открытия Беккереля, в 1898 году, М.Склодовская-Кюри обнаружила естественную радиоактивность у другого тяжелого элемента — тория. Затем в урановой смолке она вместе со своим коллегой и супругом, П.Кюри, нашла еще два элемента, радиоактивность которых была сильнее, чем у урана. Их назвали радий и полоний, соответственно 88-й и 84-й элементы.

Теория радиоактивности появилась четыре года спустя в работах Э.Резерфорда и Ф.Содди. Оказалось, что есть три типа излучения: альфа-излучение (эмиссия ядер гелия-4), бета-излучение (испускание быстрых электронов) и электромагнитное гамма-излучение. Испустив альфа-частицу, радий или уран уменьшают свой заряд на 2 и становятся торием или радонем. Эти дочерние ядра тоже могут распадаться, и в конце цепочки превращений получают стабильный свинец и легкий газ — гелий.

Превращение элементов друг в друга не могло не воскресить давнюю мечту алхимиков о философском камне. Действительно, в 1907 году У.Рамзай через журнал «Нейчур» сообщил научному сообществу о том, что в его опытах эманация радия, то есть летучая субстанция, которая образовалась при распаде этого элемента, способна превратить медь в литий. Не прошло и года, как результаты этих опытов опровергла Склодовская-Кюри, однако уверенности Рамзая в способности человека осуществить превращение элементов, это не поколебало. Вопрос был в том, что может выступить в роли философского камня.

Альфа-синтез

Дорожку к такой субстанции проложил Резерфорд, который в 1917 году провел очередную серию экспериментов по столкновению ядер. Он облучал, в частности, азот-14 потоком альфа-частиц. Опыты показали, что в результате образуются протоны, то есть ядра водорода. Им неоткуда было взяться, кроме как возникнуть при ядерной реакции. Ч.Вильсон в сконструированной им в 1912 году трековой камере, которая

впоследствии получила его имя, проследил за множеством треков частиц. Среди прочих ему удалось зафиксировать несколько треков, которые разветвлялись. Развилки можно было объяснить так: альфа-частица, столкнувшись с азотом-14, порождает две частицы, а именно протон и ядро кислорода-17. Это был первый ядерный синтез, проведенный руками человека.

В начале XX века альфа-частицами удавалось бомбардировать только легчайшие элементы. Чтобы свободно работать с тяжелыми ядрами, надо было увеличить энергию снаряда: быстрая частица преодолет кулоновский барьер за счет дополнительной энергии. Так в истории превращения элементов появился ускоритель. Одну из первых удачных конструкций соорудил Э.Лоуренс из Калифорнийского университета в Беркли: в 1931 году ему удалось ускорить ионы дейтерия до энергии в миллионы электрон-вольт. Уже через год ускоренными ядрами водорода американские и советские физики, независимо друг от друга, превращали литий в бериллий.

Распад урана

Однако мечта химиков все-таки была в том, чтобы выйти за пределы существующей Периодической системы. Ведь, согласно Менделееву, уран, 92-й элемент, оказался последним. Одну из первых попыток пройти в область трансуранов совершил Э.Ферми. Он систематически облучал нейтронами все элементы, которые были в его распоряжении, и в 1934 году обнаружил новое явление. Оказалось, что многие элементы после такого облучения становились радиоактивными, а именно испускали бета-лучи и превращались в атомы следующего элемента.

Причина в том, что количества протонов и нейтронов в стабильном ядре должны находиться в строгой пропорции. Избыток нейтронов ведет к потере так называемой бета-стабильности: один из нейтронов испускает бета-частицу — быстрый электрон и превращается в протон. Впрочем, верно и обратное: если протонов в ядре слишком много, то один из них испускает позитрон, теряет заряд и становится нейтроном.

Естественно было предположить, что 93-й элемент получится именно таким путем — бета-распадом облученного нейтронами 92-го элемента, урана. Поначалу итальянские физики, работавшие в то время в Римском университете, решили, что таким методом им

удалось достичь успеха: облученный уран оказался, как и ожидалось, сильно радиоактивным. А химический анализ показал, что при этом не возникало никаких известных соседей урана. Все указывало на успешный синтез трансуранового элемента.

Однако научное сообщество, да и сам Ферми, восприняли идею с осторожностью. А И.Ноддак в докладе на Международном менделеевском съезде в Ленинграде высказала шокировавшую физиков идею: на самом деле под действием нейтронов ядра урана разваливаются на мелкие фрагменты и поэтому в продуктах облучения надо искать не близкие к урану элементы, а далекие, расположенные в середине таблицы Менделеева.

Эту гипотезу в 1938 году подтвердили одни из главных оппонентов — немецкие физики О.Ган и Ф.Штрассман. Они пытались выделить радий из облученного урана, но постоянно получали нечто очень похожее на 56-й элемент, барий. Ученые долго не хотели верить своим глазам, однако после тщательных опытов пришлось признать: ядро урана после облучения нейтронами действительно распадается на фрагменты, один из которых оказывается ядром бария. А спустя год оказалось, что, поглотив нейтрон, ядро урана не только разваливается, но и порождает новые нейтроны. То есть, раз возникнув, реакция деления может продолжаться дальше, выделяя при этом колоссальную энергию. Так был проложен путь к ядерной энергетике и атомной бомбе.

Позже выяснилось, что с распадом урана от нейтронного облучения все не так просто, как казалось на первый взгляд. Нестабилен при облучении нейтронами только редкий изотоп, уран-235, к тому же нейтрон должен быть с малой энергией — «тепловой». А наиболее распространенный изотоп урана с массой 238 при захвате теплового нейтрона не делится. Напротив, как предположил Р. фон Вайцзекер, уран-238, захватив нейтрон, должен испустить бета-частицу и превратиться сначала в следующий, 93-й элемент — нептуний, а затем в 94-й элемент. А вот он-то, в свою очередь захватив нейтрон, уже делится подобно урану-235. Так и вышло: в 1941 году американские ученые, облучив соль урана нейтронами, получили делящийся 94-й элемент. Это был плутоний-239, главное вещество, необходимое для производства атомной бомбы. В США первые микрограммы этого элемента сделали в 1942 году, а спустя пять лет, в 1947 году, такие же количества получили

и в нашей стране (см. «Химию и жизнь», 1997, № 12). За этим последовали успешные испытания советской атомной бомбы в 1949 году. Ныне плутоний нарабатывают тоннами в реакторах на медленных нейтронах.

Тупик фермия

Казалось бы, путь к дальнейшим трансуранидам был ясен: берем уран, облучаем его медленными нейтронами и нарабатываем достаточно плутония, чтобы сделать мишень. Ее опять облучаем нейтронами и получаем следующий элемент. Процесс можно вести и непрерывно, погружая стартовое вещество в поток нейтронов на долгое время. Примерно так были синтезированы элементы 95, 96, 97 и 98, соответственно америций, кюрий, берклий и калифорний. Поскольку большие потоки нейтронов достигаются в ядерных реакторах, то и основным источниками этих элементов служит отработанное ядерное топливо.

А затем возникли проблемы. По мере удаления от урана время жизни элемента сокращается. Ядро урана-238 живет миллиарды лет. Ядра плутония-244 и самого стабильного изотопа кюрия-247 живут десятки миллионов лет. Калифорний-251 — уже 900 лет. Дальше начинается скользкий берег пролива нестабильности: следующий за калифорнием эйнштейний распадается уже за 471 день. А элемент с номером 100, фермий-257, имеет период полураспада чуть больше трех месяцев. Захватив нейтрон, фермий-257 становится фермием-258, который самопроизвольно делится всего за 300 микросекунд. Это полностью закрывает дальнейшее движение вперед — столь мало живущий элемент никак не успеет захватить следующий нейтрон. Впрочем, один шаг за пределы 100-го элемента американцам удалось сделать: в 1955 году они облучили альфа-частицами весь имевшийся запас эйнштейния, это было около миллиарда атомов, обошли нестабильный фермий-258 и синтезировали 17 атомов 101-го элемента — менделевия. Самый долгоживущий его изотоп, менделевий-258 распадается за 56 суток.

Ускоренные ионы

Путь по дну пролива нестабильности стали искать сразу в двух местах — в американском Беркли и в Институте атомной энергии в Москве, а затем в Дубне, где в 1956 году был создан

Объединенный институт ядерных исследований. Ускорители этих институтов сильно отличались от циклотронов предвоенной поры. В них уже можно было разогнать довольно тяжелые ядра — углерода, кислорода, неона — до такой энергии, при которой они способны были преодолеть кулоновский барьер. Поэтому следующие элементы начали синтезировать, облучая уже не ускоренными нейтронами, а целыми ионами мишени из самых тяжелых веществ, которые имеются в достаточном количестве — из плутония и урана.

Первый успешный синтез следующего, 102-го элемента провели физики из Дубны под руководством академика Флерова в 1958 году. Для этого они облучали мишень из плутония-241 ионами кислорода-16. В последующие годы опыты продолжались, к середине 60-х годов удалось синтезировать несколько новых изотопов этого элемента. Рассматривая приоритеты в открытии новых элементов, Международная группа экспертов Союза чистой и прикладной химии (ЮПАК) однозначно признала приоритет открытия 102-го элемента за группой Г.Н.Флерова. К получению 103-го элемента первыми приступили американцы. В 1957 году они решили, что достигли успеха и получили 103-й элемент. Однако спустя несколько лет его же получили в Дубне, бомбардируя мишени из америция-243 ионами кислорода-16 и кислорода-18. Наши данные значительно отличались от американских, последние пришлось пересмотреть и внести в таблицу в «дубнинском» варианте. Названия этих элементов — нобелий и лоуренсий — оставили из предыдущих работ, чтобы не накалять страсти. Впрочем, в открытии элементов не всегда символ, вошедший в историю, соответствует правильному научному результату.

Трудность работы с новыми элементами, включая 103-й, состояла еще и в том, что все они принадлежат к семейству актиноидов. Их химические свойства близки, а проводить доскональные исследования со считанными атомами, которые живут несколько секунд, очень

непросто. Это исключало использование химических методов разделения продуктов ядерной реакции и идентификацию нового элемента. Поэтому важным шагом вперед оказался синтез 104-го элемента, который уже не входит в число актиноидов и по свойствам должен быть подобен цирконию и гафнию. В 1964 году физики из Дубны получили его впервые, облучив мишень из плутония-242 ионами неона-22.

Идентифицировать новое ядро было совсем непросто — оно жило десятую долю секунды. Для решения задачи химики воспользовались тем, что хлориды и фториды тяжелых металлов летучи. В трубку за мишенью, куда струя гелия увлекала продукты ядерной реакции, подпустили хлор. Выбитый из мишени атом синтезированного 104-го элемента должен был соединиться с ним, потом в термохроматографической колонке (кварцевой трубке, температура которой меняется с длиной) сконденсироваться рядом с хлоридом гафния и уже там распасться. Место распада можно было зафиксировать детектором. Так все и произошло — элемент 104 действительно оказался подобен гафнию. Впоследствии было показано, что в этих опытах синтезировали два изотопа 104-го элемента: с периодом полураспада 0,08 секунд и 3,5 секунды. Спустя пять лет в Беркли также синтезировали 104-й элемент, бомбардируя калифорний-249 ядрами углерода. Это ядро испускало альфа-частицу и превращалось в элемент 102, а его уже можно было идентифицировать по известным характеристикам распада. Так в таблице Менделеева появился элемент с атомным номером 104.

Нейтронный тупик

После того как в Дубне синтезировали элемент 105, дубний, стало ясно: этот путь — облучение тяжелых мишеней легкими ядрами — тоже имеет предел. Тяжелые трансурановые элементы, которые используют для изготовления мишени, получают в мощном ядерном реакторе. Их выход



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ





сильно уменьшается с увеличением атомного номера. Предел — калифорний: это последний элемент, который еще можно произвести в необходимом количестве. Значит, легкие снаряды — ионы углерода или кислорода — позволяют продвинуться только до элементов 104–106. А остров стабильности ожидается, согласно расчетам теоретиков, в районе 114-го элемента.

В этой ситуации стоило отступить назад: использовать мишень из урана и бомбардировать ее тяжелыми ионами-снарядами. С 1969 года во всем мире стали строить установки для ускорения массивных ионов. Например, в Орсе, под Парижем, в Институте ядерной физики, созданном Ф. Жолио-Кюри, мишень из 90-го элемента, тория, бомбардировали ионами 36-го элемента, криптона, в надежде сразу получить элемент 126. Из этой затеи ничего не вышло.

Дело в том, что энергия ускоренного тяжелого ядра — велика. В результате продукт слияния с ядром-мишенью оказывается слишком горячим, структура пропадает и получается настоящая капля. А она, как известно, неустойчива к делению. Подобную трансформацию можно представить так: кристалл — яркий представитель структурной материи — при нагревании плавится, теряет структуру и расплывается.

И вот тут решающую роль сыграла идея о существовании ядерных оболочек. Летом 1973 года Ю. Ц. Оганесян предложил своим коллегам коренным образом изменить подход к синтезу: использовать в качестве мишени дважды магический свинец и синтезировать в его реакции с аргонном уже известный элемент, фермий. Предполагалось, что свинец, слившись с ядром аргона, потеряет свою структуру и на этот «разрушительный» процесс израсходуется вся излишняя энергия. Температура нового ядра понизится, и его структура проявится вновь.

Эксперимент полностью подтвердил идею такого «холодного» слияния: удалось получить довольно много фермий, и метод стали широко использовать во

всех лабораториях для синтеза новых элементов. Например, первое ядро 106-го элемента получили в Дубне, бомбардируя свинец-208 ядрами хрома-54. Этот же элемент сделали и в Беркли, следуя старой схеме — облучая калифорний ионами кислорода. Но уже 107-й элемент и все последующие получили в реакциях холодного слияния. Холодное слияние оказалось очень продуктивным методом. В Национальной лаборатории тяжелых ионов в Дармштадте (Германия) при сотрудничестве с физиками Лаборатории им. Г. Н. Флерова синтезировали 6 новых элементов вплоть до 112-го. Время жизни ядер было больше, чем это следовало из модели жидкой капли, да и вообще по этой модели они не должны были существовать. Но повышения стабильности с ростом атомного номера не наблюдалось. Скорее наоборот: 106-й элемент распадается за сотые доли секунды, 107-й живет тысячные доли, а 112-й — около 0,2 миллисекунды. На обещанные тысячи лет острова стабильности совсем не похоже.

Объяснение этому можно найти в нуклонном составе полученных ядер. В изотопах 106-го элемента имеется 154–155 нейтронов, в 107-м элементе — тоже 155, в 112-м — 165. До 184 — следующего магического числа, вычисленного теоретиками, — еще далеко. Столь большой недостаток нейтронов и служит главной причиной нестабильности синтезированных «холодным» слиянием сверхтяжелых ядер.

Откуда же взять еще нейтронов? В ядре дважды магического свинца их всего 126. Для синтеза, например, магического 114-го элемента потребуется свинец-208 бомбардировать ионами 32-го элемента — германия, который содержит 58–60 нейтронов. Такого вещества не существует — у наиболее распространенного изотопа этого элемента, германия-72, лишь 40 нейтронов.

«Теплый синтез»

Чтобы сделать ядра с большим числом нейтронов, нужно увеличивать их

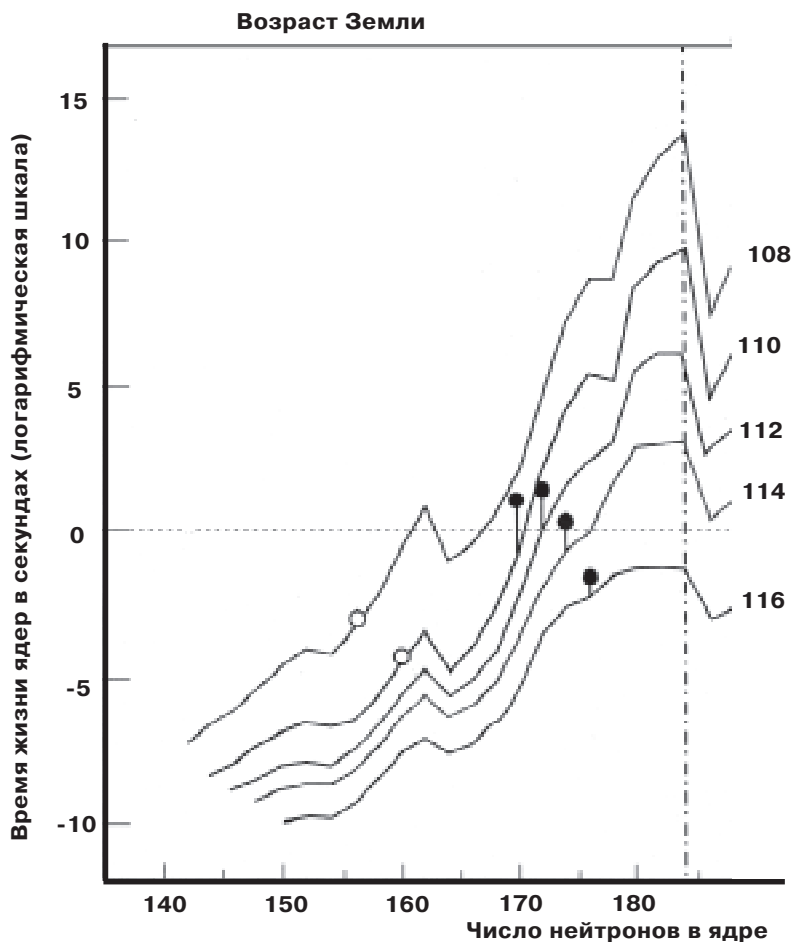
число как в мишени, так и в снаряде. Выбор мишени сделать нетрудно: вместо свинца-208 использовать уран, еще лучше искусственные трансурановые элементы — самые нейтронно-избыточные и долгоживущие изотопы плутония, кюрия и, быть может, калифорния. А в качестве снаряда Ю. Ц. Оганесян и его группа выбрали дважды магический кальций-48.

Этот выбор сыграл решающую роль: магическая структура кальция-48 играла на понижение температуры сверхтяжелого ядра, а избыток нейтронов в 8 единиц (наиболее распространенный изотоп кальция — кальций-40) позволял значительно увеличить их число в продукте реакции. По сравнению с предыдущей реакцией синтеза 114-го элемента в «холодном» слиянии свинца-208 и германия-74, новая комбинация — плутоний-244 + кальций-48 — несла 10 дополнительных нейтронов.

Идея выглядела крайне заманчиво, но беда в том, что содержание кальция-48 ничтожно мало: его доля в смеси изотопов кальция равна лишь 0,18%. Кроме того, у кальция нет летучих соединений, и, значит, нельзя применить эффективный газодиффузионный метод разделения изотопов. Кальций-48 приходится разделять в электромагнитных масс-сепараторах, вследствие чего один грамм этого изотопа стоит (по мировым ценам) около 250 тысяч долларов. В начале 90-х годов ускоритель в Дубне расходовал 40 мг кальция в час. Учитывая цену вещества — непозволительно много.

Чтобы поставить эксперимент и проверить идею с «теплым» слиянием пришлось полностью изменить конструкцию ионного источника, режимы получения ионов кальция, поднять эффективность ускорительной установки, ввести новые системы контроля расхода вещества и сделать многое другое. Через два года работы получили желаемый результат: на создание интенсивного ($5 \cdot 10^{12}$ ионов в секунду) пучка за час расходовалось около 0,3 мг кальция-48.

Детектор — особенно важная часть



Контурсы острова стабильности. Линиями показаны результаты расчета, а точками — эксперимента

установки: единичные атомы надо отделять от миллиардов других продуктов ядерных реакций. Поскольку заранее время жизни нового элемента неизвестно, разделять их надо очень быстро, за ту микросекунду, что требуется атому на преодоление четырехметрового расстояния между мишенью и детектором. Сам же детектор разделен на полоски, которые похожи на клавиши пианино. У каждой «клавиши» — продольная чувствительность. Благодаря этому удастся не только зафиксировать факт прихода тяжелого атома, но и определить, в какой точке на поверхности детектора он остановился.

Поскольку ожидаемые атомы нестабильны, они, согласно теоретическим прогнозам, должны претерпевать альфа-распад и превращаться в элемент с меньшим на две единицы атомным номером. При этом число нейтронов в дочернем ядре также уменьшится на две единицы. На этом процесс может не остановиться: если дочернее ядро испустит альфа-частицу, то получится внучатое, в котором уже на четыре протона и четыре нейтрона меньше, чем в начальном ядре. Поэтому цепочка превращений должна на внучке или правнучке

прерваться спонтанным делением. Таков сценарий распада сверхтяжелого ядра, отличающий его от всех известных распадов. Для того чтобы установить генетическую связь между регистрируемыми распадами: «мать — дочь — внучка и далее» необходимо, чтобы все альфа-частицы, а затем и осколки деления вылетали из той же точки на поверхности детектора, где остановился начальный атом. Контрольные опыты показали, что позиции сигналов можно измерять с точностью 0,5 мм при полной площади поверхности детектора 5000 мм². Случайные корреляции исключены.

Строительство новой установки и начало работ по синтезу сверхтяжелых элементов пришлось на самое тяжелое время для российской науки — на начало 90-х годов, когда в связи с разва-

Член-корреспондент РАН Ю.Ц.Оганесян размышляет о дальнейших исследованиях острова стабильности

лом Советского Союза финансирование научных исследований было обвальное сокращено. Дополнительные деньги удалось добыть, сильно урезав исследования по другим темам и занявшись внедрением научных результатов.

«Прикладные исследования могут дать эффект, только если они востребованны, — вспоминает об этом периоде Ю.Ц.Оганесян. — Пришлось поменять всю программу прикладных исследований в нашей лаборатории, непрерывно приспособив ее к потребностям современных технологий. Для того чтобы слова о внедрении превратились в дела, мы создали отдел Прикладной физики, сотрудники которого получали финансирование не из бюджета, а зарабатывали контрактами. Один из примеров — технология получения трековых мембран, создавать которую начали еще по инициативе академика Флерова. Этот материал традиционно применяют для сверхтонкой очистки жидкостей и газов, а теперь он пригодился для микроэлектроники следующего поколения. Сейчас появились заказы на разработку элементов ускорительной техники: ионных источников, каналов пучков, высокочастотных резонаторов.

Наш институт возглавляет проект создания ускорительного комплекса в Словакии. Это будет центр прикладных и фундаментальных исследований и технологий, связанных с медициной и новыми материалами. Мы участвуем также в создании ускорительного комплекса в Белграде, и не случись война на Балканах, он уже работал бы в полную силу.

Надо отметить, что и этих дополнительных средств нам не хватило бы, не будь у нас совместной программы с Минатомом России. По ней предприятия Минатома в Екатеринбурге изготавливают кальций-48, а Научно-иссле-



довательский институт атомных реакторов в Димитровграде — вещества для мишени из америция-243 и кюрия-248. Губернатор Московской области Б.В.Громов проявил государственный подход к научным разработкам и выдал нам грант для создания новой экспериментальной установки. Мы имеем гранты РФФИ и ИНТАС. Эксперименты в Дубне проходят при сотрудничестве с Ливерморской национальной лабораторией (США), мы принимаем участие в опытах в Дармштадте (Германия), к нам приезжают со своим оборудованием физики из Японии, Франции, Италии. Словом, в этой работе участвует много сотрудников из различных институтов, не только участниц ОИЯИ».

После создания установки можно было приступить к экспериментам.

Решающий эксперимент

Опыт был нацелен на синтез 114-го элемента. Он образуется при слиянии ядер кальция-48 и плутония-244. Новое, сверхтяжелое ядро охлаждается, испуская 3–4 нейтрона, а потом должно начать распадаться. Чего следует ожидать? В конечном ядре окажется 114 протонов и 174–175 нейтронов. До магических 184 не хватает 9–10 штук. Однако даже в таком удалении может проявиться действие этой нейтронной оболочки: полное время распада ядра ожидается значительно большим, чем для упомянутого выше изотопа 112-го элемента с 165 нейтронами. Если получится так, то выйти на склон острова стабильности действительно удалось. Отрицательный результат, когда в эксперименте ничего не наблюдается либо получается очень короткоживущее ядро, означает: теоретическая гипотеза несостоятельна.

Летом 1999 года прошел решающий эксперимент. После двух месяцев облучения плутониевой мишени детектор зафиксировал излучение двух альфа-частиц, завершившееся спонтанным делением. Все частицы вылетали из одной и той же точки, а энергии их были близки к тем, которые ожидалось. Такой распад наблюдали два раза, оба случая по всем измеряемым десяти параметрам — идентичны. Больше всего поражали интервалы времени между событиями: первая альфа-частица вылетела через несколько секунд после того, как синтезированный атом достиг детектора, вторая — почти через минуту, а затем, примерно через 10 секунд, спонтанное деление оборвало цепочку. То есть все три ядра: исходного 114-го, дочернего 112-го и внучатого

110-го элементов жили в сотни тысяч раз дольше, чем ранее синтезированные сверхтяжелые ядра с меньшим числом нейтронов. Это полностью соответствует предсказанному сценарию распада сверхтяжелого ядра!

Теперь надо было убедиться, что получился действительно 114-й элемент. Для этого физики предприняли очень изящный, но трудный способ: они решили синтезировать следующий, 116-й элемент и посмотреть, как он будет распадаться. Для этого выбрали реакцию кюрия-248 с кальцием-48. Кюрий-248 на одну альфа-частицу, то есть два протона и на два нейтрона, тяжелее плутония-244. Оставив бомбардирующий ион и прочие условия опыта неизменными, можно было полагать: после альфа-распада образовавшегося 116-го элемента получится тот же самый изотоп 114-го, что и в предыдущем опыте. Для исключения ошибки ускоритель выключался сразу после первого альфа-распада 116-го элемента, и последующую цепочку распадов получившегося 114-го элемента регистрировали без пучка.

В 2000 году три раза зарегистрировали образование и распад 116-го элемента. Его ядра спустя примерно 0,05 секунды излучали альфа-частицу, ускоритель выключался, а затем следовали уже известные цепочки распадов от 114-го до 110-го элементов. Самое главное, что энергии альфа-частиц совпадали с данными предыдущих экспериментов с точностью 0,5%. Это было лучшее доказательство успешного синтеза сверхтяжелых ядер, которые лежат на склоне острова стабильности.

Путь в будущее

Что же дальше? Вот мнение руководителя работы Ю.Ц.Оганесяна:

«Мы обнаружили, что увеличение числа нейтронов в тяжелейших ядрах значительно повышает их стабильность. Это предсказывалось теорией как следствие внутренней структуры. Теперь теоретики должны учесть наши данные и уточнить предсказания свойств более тяжелых элементов. Нам же надо за-

няться определением очертаний «острова».

Во-первых, требуется синтезировать 118-й элемент. Он получается в реакции с очень радиоактивной мишенью из калифорния-249. Во-вторых, следует отойти назад, в область меньшего числа нейтронов, и оценить крутизну склона ядерной стабильности.

Весьма интересная задача — исследование химических свойств новых элементов. С ядром, живущим десятки секунд и минуты, уже можно ставить химические опыты. Согласно Периодическому закону Д.И.Менделеева, 112-й элемент — химический аналог ртути, 114-й — свинца. Однако, как считают химики-теоретики, не исключено, что столь тяжелые элементы будут более летучими и, скорее всего, окажутся не металлами, а газами. Сейчас мы начали опыты по изучению их химических свойств.

Например, ртуть дает с золотом интерметаллическое соединение — амальгаму. Если поток атомов ртути направить на золотую поверхность, то моментально начнется химическая реакция. Поэтому мы поставили такой эксперимент. Мишень из урана, в которую был подмешан в небольшом количестве 60-й элемент, самарий, облучали ионами кальция-48. В результате должны образовываться радиоактивные атомы ртути — 80-го и 112-го элементов. Струя гелия выносит их из реакционной камеры и проносит через узкий зазор между семью парами детекторов, покрытых золотом. Все атомы ртути «прилипли» к поверхности первого же детектора, а элемент 112 золотыми детекторами не зарегистрировался, пролетел дальше».

Эти данные, конечно, не означают, что в области сверхтяжелых элементов нарушается Периодический закон. Однако, видимо, химиков на острове стабильности ожидает немало сюрпризов.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Элементография

Как по таблице Менделеева составить гороскоп, узнать свой характер и найти спутника жизни, мы уже знаем (см. «Химию и жизнь», 2000, № 4). Совсем несложная математическая процедура позволяет преобразовать число, месяц и год рождения каждого из нас в порядковый номер определенного химического элемента. Он-то и расскажет все про вас и вашу судьбу. Химические элементы и их порядковые номера можно использовать не только для гаданий и предсказаний. С их помощью также легко кодировать любую цифровую информацию. Пусть этот метод называется элементографией (не путать с электронографией и другими методами исследования строения вещества, основанными на дифракции элементарных частиц).

Поясним суть элементографии на примере телефонных номеров. Например, телефон редакции «Химии и жизни» (см. с. 2) представим в виде 26.7.54.18. Теперь заменим эти числа на символы соответствующих элементов — получим FeNXeAr (Фен Ксе ар — неплохое имя для персонажа фантастического рассказа, не правда ли?).

Если в телефонном номере повторяются цифры, то их очень удобно записывать с помощью привычных химических индексов. К примеру, номер московской аптеки на Нагатинской улице 111-14-44. Элементография представила бы его, как H_4Be_3 .

Казалось бы, должна возникнуть сложность с номерами, где есть нули. Но эта проблема решается очень просто. Вместо нуля можно использовать букву Q, не задействованную в химической символике. Тогда московское бюро заказов такси 927-00-00 будет выглядеть как UNQ₄.

Пришла пора ответить на главный вопрос — зачем нужна элементография? Она может быть полезна, как минимум, в двух случаях. Во-первых, этот метод удобен при шифровке информации. В частности, для защиты телефонных номеров от ревнивой жены (предполагается, что она со-

всем далека от химии и не читала этот номер журнала — как, впрочем, и другие). Во-вторых, его можно использовать для лучшего запоминания телефонных номеров. Здесь у элементографии есть скрытые, ранее не обсуждавшиеся возможности. Поясним их на примерах.

Внимательный читатель, вероятно, обратил внимание на то, что кодирование цифровой информации с помощью этого метода неоднозначно. Например, номер телефона 191-78-88 можно представить как KHPtRa, как HPaPtRa и как KCiRaO. Все эти записи химически бессмысленны. Но этот номер можно еще записать как KClO₃, а это уже однозначно хлорат калия, или бертолетова соль. Ассоциация между этим веществом и номером телефона наверняка не даст вам его забыть очень долго. С помощью таких ассоциаций любой химик легко запомнит телефоны 917-35-53 (FCiBrI — галогены), 311-19-37 (LiNaKRb — щелочные металлы), 395-62-98 (YBaCuO — высокотемпературный сверхпроводник), 294-28-22 (CuBeNiTi — бериллиевая бронза) и т. п.

Если присмотреться внимательнее, то обнаружится, что бывают персонализированные номера. Например, артист Укупник (UCuPNiK) мог бы запросить у дилера номер мобильного телефона 922-915-2819. Хотя номер кажется сложным, друзья и коллеги артиста (естественно, знакомые с основами элементографии) никогда его не забудут и не перепутают. Следуя тому же принципу, казино (CaSiNo) на Новом Арбате могло бы сменить телефонный номер на 201-41-02.



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Конечно, элементографию можно использовать для кодировки не только телефонных номеров, но и номера вашего паспорта, идентификационного номера налогоплательщика, банковского счета, размера карточного долга и т. д. Более того, с помощью химических символов можно записать некоторые фамилии. Когда это А.М.Бутлеров (BUTIErOV), П.А.Ребиндер (ReBiNdEr) и, возможно, вы, то это можно рассматривать как перст судьбы. Полагаем, что вдумчивые читатели сами найдут множество способов полезного применения элементографии, и желаем им всяческих успехов в этом направлении.

Увидеть скрытое от глаза

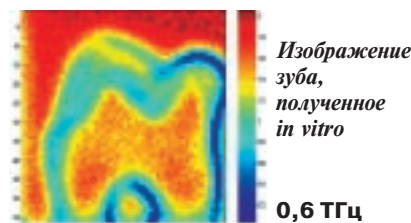
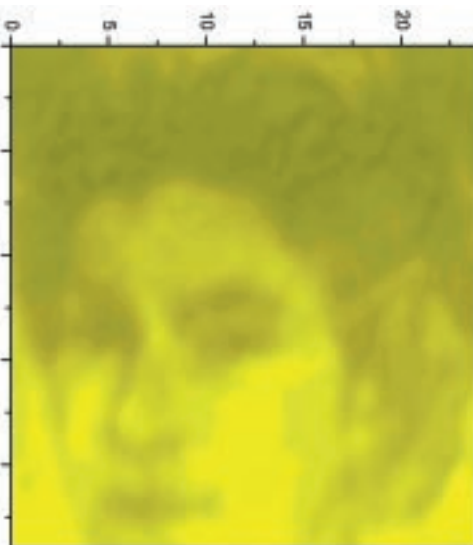
С.Алексеев

Увидеть можно все, надо лишь как следует присмотреться. Даже если накрыть предмет плотным покрывалом, это не будет означать, что он станет невидимым. Ведь любое тело будет поглощать и отражать излучение, которое прошло сквозь покрывало. А когда температура предмета превышает температуру окружающей среды, он сам испускает электромагнитные лучи. Если их зафиксировать и проанализировать, то удастся рассмотреть, что за таинственный предмет скрыт под покрывалом.

Больше всего шансов стать эффективным инструментом познания таких скрытых объектов имеется у когерентного излучения терагерцового диапазона, как следует из комментария ведущего научного сотрудника, доктора физико-математических наук Н.Н.Зиновьева из Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН, который сейчас работает в Университете Лидса (Великобритания). Вот что он говорит: «Получение спектрального многомерного изображения в терагерцовом диапазоне с помощью когерентных оптических технологий можно использовать для решения многих задач, как прикладных, так и фундаментальных. Сегодня это направление привлекает очень большое внимание ученых».

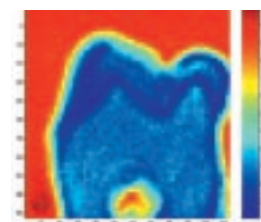
Терагерцовый диапазон можно условно ограничить, с одной стороны, «микроволнами» с длиной волны порядка 1 мм, а с другой — инфракрасным диапазоном с длинами волн от нескольких микрон, что соответствует частотам 10^9 – 10^{14} Гц. Именно в этой широкой области спектра сосредоточен огромный массив информации о живой и неживой материи: энергия этих волн сравнима с энергией внутримолекулярных, электронных и иных элементарных возбуждений конденсированных сред. Здесь же расположены спектральные полосы поглощения и излучения различных инородных включений, полосы поглощения воды. Поэтому вещество демонстрирует многие яркие особенности именно в терагерцовом диапазоне.

Поскольку до недавнего времени не было достаточно компактных мощных источников и чувствительных широкодиапазонных фотоприемников терагерцевых волн, которые работали бы при комнатной температуре, этот диапазон электромагнитного спектра был плохо освоен. То, что доступно сегодня — разного рода тепловизоры, приборы ночного видения и им подобные — позволяет обнаруживать лишь излучающие объекты, температура которых выше фона. Если же температура объекта равна окружающей, такой прибор его не увидит. Но самое главное в том, что излучение, которое они анализируют, — это некогерентное излучение самого объекта.



Изображение
зуба,
полученное
in vitro

0,6 ТГц



1,49 ТГц

Так выглядит водяной знак
пятифунтовой купюры
на частоте 1,15 ТГц



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В середине 90-х годов технология наконец-то сделала шаг вперед. Удалось объединить достижения в областях нелинейной, лазерной и квантовой оптики, технологий выращивания и обработки оптических кристаллов, технологий быстродействующих многоэлементных приемников излучения и средств обработки информации. Теперь стало возможным облучать нелинейный оптический элемент, кристалл или микроантенну, очень коротким — фемтосекундным — лазерным импульсом, и формировать короткий терагерцовый импульс, который содержит волны широкого спектра ($\sim 10^9$ — $\sim (3-40) \cdot 10^{12}$ Гц). Современные детекторы анализируют распределение таких волн в пространстве с точностью до размеров порядка длины волны (в дальнем поле), а в ближнем поле и того меньше — около микрона. Получается четырехмерный массив данных — распределение интенсивности прошедшего или отраженного излучения по трем пространственным координатам и по длинам волн. Эта совокупность свойств и стимулирует интерес к терагерцовой технологии: ведь помимо сведений о форме объекта она даст возможность разделить объекты по химическому составу.

Как, например, с помощью такого устройства прочитать текст, не открывая книгу? Для этого требуется сфокусировать узкий терагерцовый луч на нужной глубине и просканировать соответствующую страницу. Делать это можно обычной оптической системой линз и зеркал. Текстура бумаги, скрытые символы, типографская краска или чернила различаются по составу. Поэтому интенсивности излучения, отраженного от букв и от пробелов, тоже будут различаться. Детектор разницы обнаружит и сформирует изображение, подобно тому, как это делает электронный луч в телевизоре.

Одно из наиболее интересных направлений — разработка новых томографических методов в медицине. Можно получить уникальные методы диагностики, которые,

во-первых, безопасны — ведь терагерцы, в отличие от рентгена, не разрушают живое вещество, а во-вторых, способны дать колоссальный объем информации о строении и химическом составе биологического объекта. Не в последнюю очередь интерес к терагерцовой диагностике стимулирует и объем оборота на мировом рынке медицинской диагностической техники, который сегодня превышает 10 миллиардов долларов в год.

«Сейчас имеются уже почти все элементы для создания систем терагерцового видения, — объясняет Н.Н.Зиновьев. — Однако главное впереди: надо понять сущность и природу механизмов контраста, взаимодействия терагерцового излучения со средой. Подобные фундаментальные проблемы, а также разнообразные проблемы приложения результатов этих исследований мы и изучаем в рамках проектов, которые финансирует Консорциум исследователей советов Великобритании и Европейский союз».

Справка

Город Лидс, в котором находится упомянутый в заметке университет, расположен в центре Англии, на склоне Пеннинских гор и на берегу канала, соединяющего Ирландское и Северное моря. Университет Лидса возник в 1904 году, после того как король Эдуард VII отделил его от Университета Виктории, в который входили также колледжи соседних Ливерпуля и Манчестера, а базой для университета послужили Медицинская школа Лидса и Колледж наук Йоркшира. Это один из крупнейших университетов Соединенного Королевства — в нем учится более 28 тысяч студентов, 15% из которых — иностранцы. Основные факультеты университета — искусство, богословия, предпринимательства, биологии, наук о Земле, технологии, математики и физики, а также медицины.

В 2001 году конкурс был примерно 7 человек на место. При этом доход университета от получения платы за обучение вырос из-за увеличения числа студентов на 8% и составил больше 54 миллионов фунтов стерлингов или почти две тысячи фунтов на одного студента. А всевозможные исследовательские гранты и контракты принесли университету более 64 миллионов фунтов. Как нетрудно догадаться, в Интернете университет можно найти по адресу: www.leeds.ac.uk.

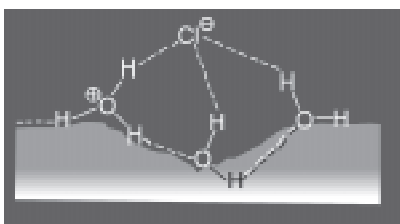
Мгновения из жизни HCl

J.P. Delvin et al., «Nature», 2002, v. 417, p. 269

В реакциях с участием водородсодержащих соединений большую роль играет образование водородных связей и перенос протонов. Поскольку в водной среде при обычных условиях молекулы быстро смещаются и переориентируются, то проследить за деталями этих процессов очень трудно. Все же химики из США, Польши и Израиля сумели разобраться с соляной кислотой — они выяснили последовательность событий, происходящих с молекулами хлористого водорода при реакции $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$.

Для этого они проводили ее на поверхности частиц льда при температуре 50–90 К. Сочетая инфракрасную спектроскопию, компьютерное моделирование и квантово-химические расчеты *ab initio* (сначала, из первых принципов) кластеров $\text{HCl}(\text{H}_2\text{O})_6$, исследователи выявили в реакции четыре стадии. Сначала формируется одна сильная водородная связь с атомом кислорода молекулы H_2O на поверхности льда: $\text{Cl}-\text{H}\cdots\text{O}$. Затем образуется вторая, ослабленная связь между атомом хлора и ОН-группой другой молекулы воды: $\text{Cl}\cdots\text{H}-\text{O}$. При этом молекула HCl уже сильно растянута, но еще не ионизирована. Потом возникает третья, дополнительная связь $\text{O}-\text{H}\cdots\text{Cl}$; происходит диссоциация HCl, и протон присоединяется к молекуле воды с образованием иона гидроксония H_3O^+ , причем анион Cl^- остается некоторое время связанным с ним (см. рис.). Затем H^+ мигрирует вдоль поверхности льда, быстро удаляясь от Cl^- .

Все это важно и для биохимии. Нужно также учесть, что



в водной среде перенос протонов возможен по «эстафетному» механизму, когда они последовательно перескакивают с одной молекулы воды на другую. В свое время нобелевский лауреат М.Эйген и Л. де Мейер обратили внимание на то, что такой процесс больше похож на перемещения электронов и «дырок» в полупроводниках, чем на обычную диффузию ионов, которая идет много медленнее. При этом лед (вода) с избытком протонов соответствует полупроводнику *n*-типа, а с избытком гидроксидов — *p*-типа. Поскольку в живой клетке есть множество компартментов с разным значением pH, то там в принципе возможно образование биотранзисторов и целых микропротонных схем — аналогов микроэлектронных (см. «Научный комментатор» в «Химии и жизни», 1990, № 10).

Спасти закон Мура

G.Y. Chou et al., «Nature», 2002, v. 417, p. 835

Происходящий на наших глазах удивительный прогресс вычислительной техники хорошо описывается сформулированным в 60-е годы американским электронщиком Г. Муром эмпирическим правилом: количество размещаемых на одной кремниевой плате транзисторов удваивается каждые 18 месяцев. Уже несколько раз на пути этой закономерности возникали серьезные технологические препятствия, но их удавалось преодолеть (см. «Новости науки», 2000, № 2).

Сейчас основной метод создания микросхем — фотолитография: кремниевую плату покрывают фоточувствительным слоем (резистом) и, облучая его пучком света, пропущенного через маску-шаблон, наносят на него требуемый рисунок. Свет на резисте фокусирует очень сложная и дорогая оп-

тическая система, которая должна наносить картинку с высокой скоростью — нынешняя технология позволяет в минуту делать их на 60 платах размером 2×2 см; каждая из них содержит более 10 млрд. элементов, минимальный размер которых сейчас составляет 130 нм.

Для сохранения закона Мура размер элементов в ближайшие три года необходимо уменьшить в два раза. Поэтому стремятся использовать свет с как можно меньшей длиной волны — уже работают с УФ-лучами, но дальнейшее продвижение в коротковолновую область будет даваться все трудней. Развивают также электронно-лучевую литографию, однако и тут препятствия на пути дальнейшей миниатюризации велики.

Поэтому исследователи обратили свои взоры на принципиально другой метод — механическую штамповку поверхности. Ее уже используют в производстве компакт-дисков, когда на площади примерно 100 см² менее чем за секунду создают рельеф с элементами субмикронных размеров. В 1996 году специалисты из Принстонского университета показали, что модификация этого подхода позволит выдавливать нужный рельеф в покрывающем кремниевую плату полимерном слое, то есть в резисте.

Теперь они демонстрируют новое достижение: вместо штамповки слоя пластика-резиста они вдавливают форму из кварца непосредственно в кремний, что делает ненужным последующее травление (удаление поверхностной пленки из оксида кремния). А поскольку этот материал тверд, то на него направляют лазерный импульс — луч проходит сквозь кварц и расплавляет верх-



ний, толщиной меньше микрометра слой кремния; в этот момент в него входит штамп. Технологию назвали «LADI» (Laser-Assisted Direct Imprint). Специалисты полагают, что она позволит достичь размера элементов в 10 нм.

И вправду, в «LADI» все как будто ладно. Конечно, трудно получить кварцевую форму с таким малым размером деталей, но поскольку она делается один раз (одну форму используют многократно), то тут самые сложные методы нанотехнологии окупятся. Возможно, когда-нибудь форму будут собирать по атомам, например с помощью зондового микроскопа, — тогда удастся создать сверхмалые элементы.

Ожидают, что в течение одного-двух ближайших десятилетий метод штамповки позволит сохранить набранную скорость миниатюризации. А потом эстафету должны подхватить химики, работающие над молекулярной электроникой. Им надо поторапливаться — ведь скоро судьба закона Мура окажется в их руках.

Кстати, успешно развивается ДНКовый подход к созданию микросхем. Эти полимеры удобно использовать в качестве средств монтажа, поскольку взаимное узнавание нужных блоков легко обеспечивает принцип комплементарности. Ранее уже научились сплетать из ДНК сети, создавать трехмерные решетки. На них можно укреплять белки, выполняющие самые разные функции как при монтаже, так и в окончательной схеме.

Биомолекулярные инженеры из Техниона (Хайфа) освоили получение из ДНК электрических проводов, в нужных местах переходящих в диэлектрики. Для этого на одноцепочечную ДНК они осадил белки ResA, которые участвуют в рекомбинации ДНК. Нить с присоединенными бусинами-белками узнавала комплементарный участок двухцепочечной ДНК (дцДНК) и образыва-

вала с ней комплекс. Эту дцДНК предварительно химически модифицировали, и потому она содержала альдегидные группы. В раствор добавляли ионы серебра, которые присоединялись к этим группам, но этого не происходило в месте, где находились белки ResA. Затем на образовавшиеся серебряные островки осаждали золото («Science», 2002, v.297, p.72).

«Стволы» под подозрением

Q.-L. Ying et al., «Nature», 2002, v.416, p.545;
N.Terada et al., p.542

Начальный, «горячечный» период экспериментов с клонированием и стволовыми клетками завершается, и наступает пора более трезвого и критического взгляда на них. Необходимо выяснить, не были ли в пылу сражения допущены какие-либо методические ошибки, не пошли ли ученые по ложному пути. Сначала возникло подозрение, что в успешных опытах по клонированию в ооциты были пересажены ядра не дифференцированных, а присутствующих в тканях стволовых клеток (см. «Новости науки» в № 6 за этот год). Теперь подвергнуты сомнению результаты, связанные с трансдифференцировкой стволовых клеток.

Известно, что эмбриональные стволовые клетки наиболее универсальны (тотипотентны) — при последующей дифференцировке они могут стать клетками любого типа. Но в тканях взрослых организмов есть свои стволовые клетки, которые уже более специализированы, — они способны стать только, например, разными клетками крови или нервной системы. Однако в последние годы стали появляться данные, что их можно перепрограммировать, — в новой

среде, получив соответствующие управляющие сигналы, стволовые кроветворные клетки могут стать, скажем, нейронами. Понятно, что тогда для выращивания нужных тканей и целых органов (см. «Химию и жизнь», 2002, № 7) уже нет необходимости выделять стволовые клетки строго определенного типа.

Но не происходит ли в таких случаях слияние тканевых стволовых и эмбриональных стволовых клеток, из-за чего образовавшиеся клетки-гибриды сохраняют тотипотентность последних? Две группы цитологов (американская и британская) решили проверить, возможен ли такой эффект. Американцы смешали в культуре нейральные стволовые клетки, устойчивые к одному антибиотику, с эмбриональными стволовыми клетками, устойчивыми к другому антибиотику. В результате были обнаружены клетки, устойчивые к обоим антибиотикам и имеющие удвоенное число хромосом, что можно объяснить именно слиянием. Англичане провели схожие по идее опыты со стволовыми клетками костного мозга и получили аналогичные результаты.

Теперь, во избежание неправильной интерпретации различных экспериментов по перепрограммированию стволовых клеток, нужно будет учитывать возможность их слияния. Не исключено, что с какими-то надеждами придется расстаться, но, как говорил В.Г.Белинский, «самая горькая истина лучше самого приятного заблуждения».

Когда мы были старые

J.de Boer et al., «Science», 2002, v.296, p.1276

«...И чувшь прекрасную несли». Быть может, в недалеком будущем слова известной песни переиначат именно так, поскольку ученые найдут способы не только остановить процесс старения, но и повернуть его

вспять. Ведь биологические ткани в принципе способны обновляться (содержат все те же стволовые клетки), и нужно только научиться управлять этими ресурсами вечной молодости.

Однако пока необходимо разобраться в самом старении, и одна из предложенных теорий возлагает главную вину за него на свободные радикалы, которые атакуют различные макромолекулы, в том числе ДНК. По мнению многих исследователей, накапливающиеся в генетическом материале клеток дефекты и вредные мутации служат основной причиной одряхления организма. (За последние десятилетия было предложено более двухсот теорий старения, но ни одна из них не стала общепринятой. Свободнорадикальная концепцию первым выдвинул в 1956 году американец Д.Харман.)

Нидерландские биохимики изучали мышей с мутантным геном *Xpd*. Он кодирует одну из субъединиц фермента хеликазы, участвующего в раскручивании дуплекса ДНК, а также помогающего залечивать повреждения в ней. Мутация не подавляла полностью, но нарушала нормальную работу фермента. У этих мышей наблюдали патологию, похожую на одну из наследственных болезней человека (дистрофию TTD); такие зверьки преждевременно старели и умирали. Связано ли это с нарушением транскрипции или репарации ДНК? Оказалось, что играет роль и то и другое, а полностью распутать клубок внутриклеточных взаимосвязей трудно.

Возможно, этот гордиев узел надо просто разрубить, то есть не пытаться с помощью разных лекарств чинить клетки, в которых накопились повреждения, а заменять их новыми, полученными из стволовых клеток. Это снимет многие вопросы — ведь если мы, к примеру, покупаем новый телевизор, то совсем необязательно все знать о поломках, сделавших негодным старый.

Подготовил
Л.Верховский

Мы способны
увидеть только то,
что однажды уже
где-то видели.
Ф.Пешоа

Феноптоз,

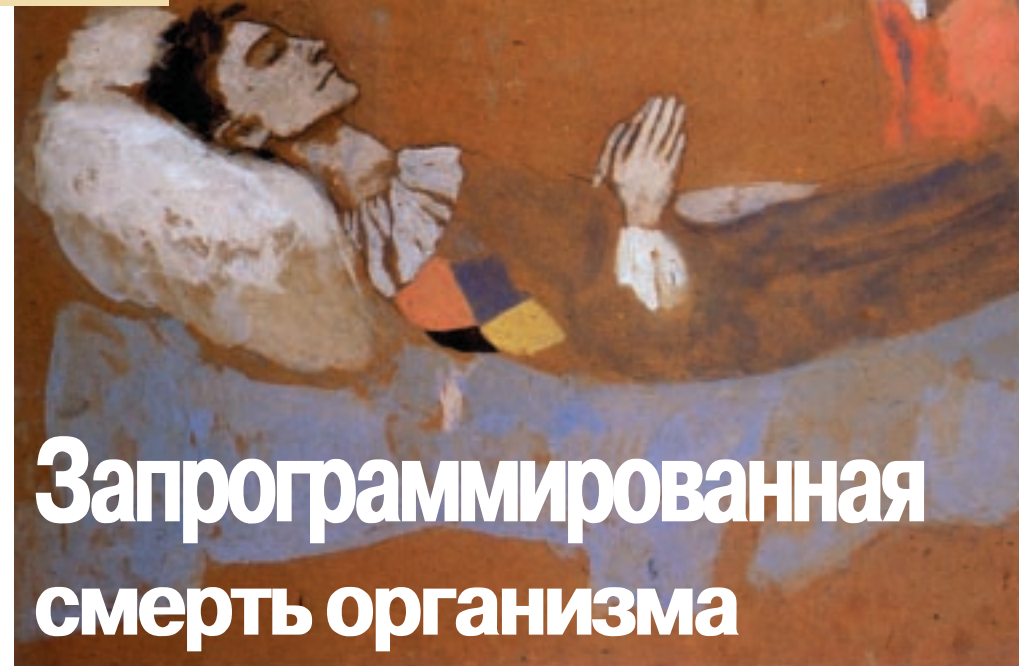
ИЛИ

История вопроса

Более восемнадцати веков назад римский врач и естествоиспытатель Гален предложил термин «апоптоз», что в переводе с греческого значит «листопад». Так он назвал процесс, обуславливающий опадение листьев осенью. Из хорошо известного факта, что листья опадают только с живых деревьев, сломанные же уходят в зиму с побуревшей, но неопавшей листвой, Гален сделал вывод о «запрограммированности» (говоря современным языком) осеннего отмирания листьев. Очевиден его биологический смысл: зимние снега сломают ветви, если они своевременно не избавятся от листьев.

Сегодня в общих чертах ясен механизм явления, на которое обратил внимание древний ученый. В урочный день и час клетки, формирующие основание черешка листа, совершают акт самоубийства. В результате механическая прочность крепления уменьшается, лист уже не может удержаться на ветке, и его уносит порыв осеннего ветра.

Многочисленные исследования последних двадцати лет убедительно показали, что способность к самоубийству присуща не только клеткам черешка. Скорее это неотъемлемое свойство живых клеток, принадлежащих к самым разным типам, и у растений, и у животных (не исключая и человека). С легкой руки Галена апоптозом стали называть все случаи запрограммированной смерти клеток. Самоликвидируются, например, многие эмбриональные клетки, ставшие ненужными в процессе развития; клетки иммунной системы, вырабатывающие антитела к своим собственным белкам;



Запрограммированная смерть организма

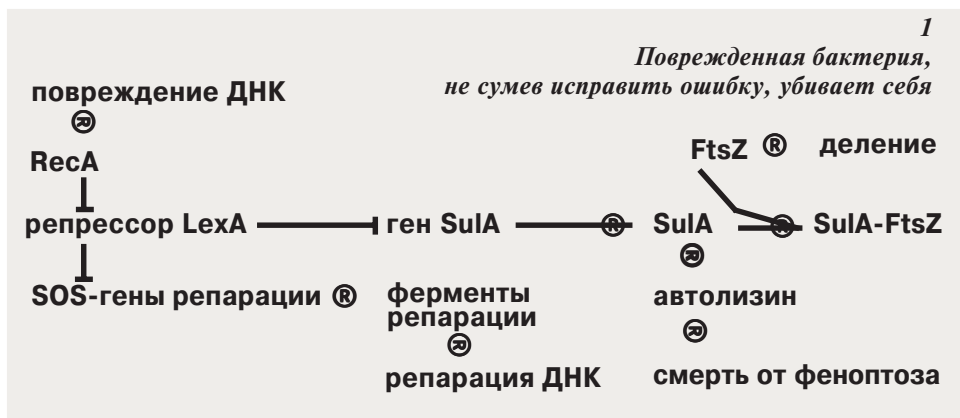
клетки с поврежденным геномом, а также «бездомные» клетки, случайно оказавшиеся вне родной ткани. Последний случай особенно интересен. Оказалось, что в межклеточной жидкости есть особые белки, специфичные для каждой ткани. Эти белки сорбируются на поверхности клетки и подавляют в них некую систему, генерирующую сигнал самоубийства. Покинув свою ткань, клетка теряет эти белки, запрет исчезает, и в результате клетка кончает с собой. В каком-то смысле клетка многоклеточного организма напоминает глубокого ипохондрика, которого нужно постоянно удерживать от соблазна покончить счеты с жизнью, уговаривать: «Живи дальше!»

Апоптоз — это сложный процесс, жестко регламентированный во вре-

мени и пространстве. Его осуществляет большая группа белков, специально созданных в ходе эволюции. При апоптозе клетка разбирает составляющие ее биополимеры (белки, нуклеиновые кислоты и т. д.) на мономеры, которые затем используются другими клетками.

Программы самоликвидации действуют не только на уровне клетки, но также на субклеточном и надклеточных уровнях. Недавно выяснилось, что самоуничтожаться могут митохондрии — внутриклеточные органеллы, ответственные за энергообеспечение. Они окисляют питательные вещества кислородом, а высвобождающуюся при этом энергию превращают в универсальную энергетическую валюту — АТФ. Самоубийство митохондрий я назвал митоптозом по аналогии с апоптозом. Митоптоз происходит, например, если митохондрия начинает образовывать из кислорода не воду, а супероксид O_2^- , предшественник весьма ядовитого гидроксильного радикала $OH\cdot$. Появление $OH\cdot$ запускает программу, ведущую к самоликвидации «впавшей в ересь» митохондрии.

В то же время хорошо известно, что в процессе индивидуального развития некоторые органы возникают, чтобы потом исчезнуть. Недавно выяснилось,





Академик

В.П.Скулачев



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

случае можно представить себе ситуацию, когда альтруистическая смерть индивидуума принесет пользу группе. В принципе фенотоз мог бы служить способом очистки сообщества от индивидуумов, приносящих вред или просто ставших лишними. Вопрос лишь в том, существуют ли врожденные программы самоубийства и действительно ли они включаются, когда особь становится нежелательным членом сообщества.

Самоубийство бактерий

Применительно к одноклеточным фенотоз удалось бы доказать, если бы у них были найдены белки запрограммированной смерти клетки (подобно тем, которые посылают в апоптоз клетки многоклеточных организмов).

Например, у животных есть белок р53 (р — от английского protein, а 53 — масса молекулы этого белка в килодальтонах). Этот белок называют «стражем генома». Он обнаруживает разрывы в длинных тросах ДНК и сначала включает синтез белков репарации (починки) ДНК, а затем, если разрывы не ликвидированы, блокирует деление клетки. Это дает ей шанс исправить геном до того, как дефект будет передан дочерним клеткам. Если же клетке не удается справиться с серьезными нарушениями, р53 запускает апоптоз.

К настоящему времени прочитан геном десятков бактерий, но ни в одном не обнаружено гена, кодирующего белок, который хотя бы отдаленно напоминал р53. И тем не менее у бактерий есть свой страж генома — белок RecA. Он также отслеживает появление нарушений в ДНК, а заметив их, атакует другой белок LexA и расщепляет его. LexA подавляет активность генов ферментов репарации и белка SulA. Этот белок, в свою очередь, образует комплекс с белком FtsZ, необходимым для деления бактерии. Таким образом, расщепление LexA стимулирует синтез белков-ремонтёров и блокирует размножение дефектной клетки, пока она не исправит свою ДНК. Если же не исправит, активируются ферменты автолизина, расщепляющие вещества клеточной

стенки, — бактерия лопается (рис. 1).

Чтобы убедиться, что это именно фенотоз, нужно исключить одну тривиальную возможность. Коль скоро ДНК бактерии повреждена, не могло ли это повреждение стать настоящей причиной гибели? Такое объяснение исключили опыты с мутантом, у которого был нарушен ген белка SulA. Мутантные и контрольные бактерии обработали антибиотиком, вызывающим окисление ДНК. Погибли и те и другие, но, чтобы убить мутантов с поврежденным геном апоптоза, понадобилось в сотни раз больше антибиотика, чем для контрольных.

Эти опыты показывают, что в норме бактерия, обнаружившая ошибку в своей ДНК, кончает с собой задолго до того, как повреждения генома приведут к прекращению жизнедеятельности. Иными словами, бактерия гибнет не потому, что ее испорченная ДНК уже не способна функционировать, а потому, что не устраненное вовремя повреждение ДНК служит сигналом к самоубийству.

Повреждение ДНК — не единственная причина бактериального фенотоза. Например, когда пенициллин останавливает рост пневмококка, это тоже ведет к активации автолизина и гибели бактерии. Однако был получен мутант пневмококка, у которого пенициллин, как и в норме, тормозил синтез веществ клеточной стенки и, следовательно, размножение, но уже не убивал бактерию. В 2000 году Э.Туоманен с сотрудниками установил, что эта мутация произошла в гене белка, активирующего синтез 27-членного пептида Pep27. В норме он обуславливает явление, названное микробиологами «чувством кворума»: в культуре размножающихся бактерий наступает массовый лизис клеток, если концентрация клеток в среде достигает некоей критической величины. Оказалось, что пневмококки постоянно выделяют в среду определенное количество этого пептида. До поры до времени это никак не сказывается на судьбе бактерий, но, когда клеток становится достаточно много, чтобы концентрация Pep27 достигла пороговой величины, активируется автолизин и наступает фенотоз.

как пропадает хвост у головастика, превращающегося в лягушонка: сигналом служит гормон тироксин. Гормон посылает в апоптоз клетки хвоста, а освобождающийся «строительный материал» используется затем для роста и развития лягушонка. Процесс запрограммированного исчезновения органов можно назвать органо-птозом.

Итак, запрограммированная смерть органеллы, клетки, органа А может ли быть запрограммированной смерть всего организма и если да, то как ее назвать? Продолжая аналогию, самоубийство организма можно было бы определить как фенотоз. К случаям фенотоза следовало бы отнести только такие смертельные исходы, причина которых — активация некоей заложенной в организм программы. Ниже я попытаюсь убедить читателя в том, что такие программы действительно существуют и парадоксальным образом играют существенную роль в поддержании земной жизни и эволюции.

Закономерный вопрос: каков может быть биологический смысл фенотоза? На первый взгляд смерть особи — ущерб для популяции и вида. Однако это не всегда так, если особь существует не изолированно от сородичей, а является членом сообщества. В этом

Выяснилось, что продукция Per27 резко возрастает у клеток, в которых нарушена работа какой-либо системы, имеющей ключевое значение для жизни бактерии — например, после воздействия на культуру пенициллина или другого антибиотика, токсичного для пневмококка.

Самурайский закон биологии

Самоубийство кишечной палочки, не сумевшей исправить поломку в своей ДНК, — это способ обезопасить популяцию от засорения дефектным генетическим материалом. Сложнее объяснить биологический смысл самоубийства пневмококка, отравленного пенициллином. Может быть, здесь речь идет о ликвидации бесплодных членов сообщества (ведь пенициллин останавливает размножение пневмококка). Но вполне возможно, что это просто реакция бактерии на глубокое неблагоприятие в ее внутреннем хозяйстве. Даже бактерии, простейшие среди современных живых существ, устроены так сложно, что любой серьезный дефект в их генетике, обмене веществ или поведении, не будучи своевременно устранен, может привести к катастрофическим последствиям для популяции. Для спасения от подобных катастроф природа, по видимому, изобрела некий механизм, который я назвал «самурайским законом биологии». Вкратце он звучит так: «Лучше умереть, чем ошибиться». А более подробно — «Любая достаточно сложная биологическая система (от автономной органеллы вроде митохондрии и выше) располагает механизмом самоликвидации. Она кончает с собой, если становится потенциально опасной для существования системы, занимающей более высокую ступень в иерархии жизни».

Наглядный пример самоубийства отдельной бактерии во благо сообщества — поведение кишечной палочки,

заразившейся некоторыми видами бактериофагов, бактериальных вирусов. В бактериальной клетке фаг безудержно размножается, так что клетка в конце концов превращается в набитый фагами пузырек, который лопается, заражая другие клетки (см. «Химию и жизнь», 2002, № 3). Так вот, выяснилось, что кишечная палочка включает механизм самоубийства в ответ на появление некоторых фагов в ее цитоплазме. Причем клетка кончает с собой задолго до того, как в ней накопится большое количество фаговых частиц.

В ответ на появление одного из белков фага бактерия начинает синтезировать собственные белки-убийцы. Описано три типа таких белков, каждый из которых образуется под действием определенного фага. Один из белков формирует отверстие в мембране бактерии, так что все низкомолекулярные вещества вытекают из клетки и она умирает. Другие два белка останавливают систему белкового синтеза: расщепляется либо белок — фактор элонгации T_u , либо лизинная транспортная РНК. Без этих компонентов невозможен синтез белков — как бактериальных, так и фаговых. В любом из трех случаев самоликвидация зараженной кишечной палочки спасает популяцию бактерий от массового заражения фагом и потому может быть квалифицировано как альтруистическое самоубийство.

Недавно К.-У.Фрелих с сотрудниками описали феноптоз у дрожжей. Массовую гибель их клеток вызывают небольшие количества перекиси водорода, причем этот эффект, как и у зараженной кишечной палочки, требует синтеза каких-то белков. Запрограммированная смерть описана и у простейших — тетрахимен.

Хорошо известна запрограммированная смерть многоклеточных организмов, размножающихся только одиножды. У некоторых из них само строение тела несовместимо со сколько-

нибудь долгой жизнью. Вспомним попенку: взрослое насекомое этого вида не может есть из-за отсутствия ротового аппарата и погибает вскоре после репродуктивного акта. Другой пример: у клеща *Adactylidium* потомство прогрызает себе путь на волю из тела матери, вызывая ее гибель.

Однако гораздо чаще при половом акте или тотчас вслед за ним включается поведенческая или биохимическая программа самоубийства. Так, самец одного из видов кальмаров тонет тотчас после спаривания с самкой, которой он подсаживает под кожу свой сперматофор — мешочек со сперматозоидами. Самки некоторых видов пауков при спаривании поедают самцов, с которыми до того мирно сосуществовали. Бамбук живет 10–15 лет, размножаясь вегетативно, а затем зацветает и гибнет, как только созрели семена (рис. 2). Тихоокеанский лосось умирает после нереста, и вовсе не из-за крайнего истощения организма, а вследствие включения особой биохимической программы, в которой ключевую роль играют стероидные гормоны. Если затормозить образование этих гормонов в надпочечниках лосося, он не умрет.

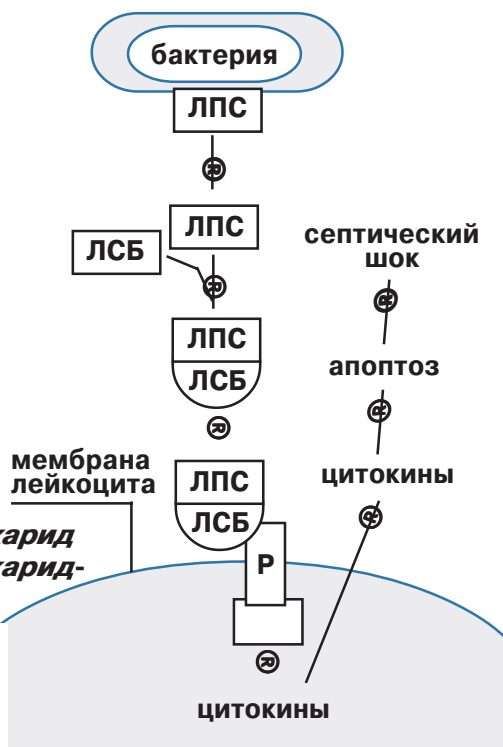
Роль феноптоза не так бросается в глаза у многократно размножающихся организмов. Мы находимся еще в самом начале пути, и не исключено, что он приведет нас к пониманию истинного положения вещей. Тем не менее попытаемся уже сейчас рассмотреть эту проблему, поскольку она может иметь прямое отношение к важнейшим задачам медицины.



2 Бамбук умирает после цветения

3 Сепсис — массовое самоубийство клеток

ЛПС — липополисахарид
ЛСБ — липополисахарид-связывающий белок
Р — рецептор



Загадка дифтерийного токсина

Очевидно, что животное, инфицированное опасным патогеном, — столь же нежелательный гость в сообществе себе подобных, как и бактерия, заразившаяся фагом. С «надорганизменной» точки зрения быстрая смерть такого индивидуума могла бы стать последней, жестокой, но радикальной мерой предотвращения эпидемии. Вот почему сообщество организмов, способных к альтруистическому самоубийству, должно получить преимущество в борьбе за существование. Рассмотрим для примера дифтерию.

Возбудителем дифтерии служит особый вид коринебактерии. Болезнь сопровождается интоксикацией организма — его отравляет бактериальный токсин, особый белок. Он состоит из двух частей, или доменов, один из которых (большой) узнается особым белком-рецептором во внешней мембране клеток заболевшего человека или животного. После этого другой (меньший) домен токсина перебрасывается внутрь клетки и отделяется от большего. В клетке он действует как фермент, присоединяющий АДФ-рибозу к остатку вещества, называемого дифтамидом. Дифтамид находится во втором факторе элонгации EF-2 — белке, участвующем в белковом синтезе. Дифтерийный токсин инактивирует фактор элонгации и таким образом останавливает белковый синтез. Ферментативная активность токсина весьма высока: одной его молекулы достаточно, чтобы убить клетку. А при массовой гибели клеток умирает и больная.

Дифтамид, объект действия токсина, есть в клетке только в одном белке, причем в одном экземпляре. Остаток аминокислоты гистидина в составе EF-2 превращают в дифтамид пять специальных ферментов, не участвующих в каких-либо других реакциях обмена веществ.

На первый взгляд дифтерийный токсин — оружие коринебактерии в борьбе с макроорганизмом. Однако вот в чем проблема: у дифтамида не обнаружено других функций, кроме как участвовать в убийстве клетки токсином. Более того, клетки с мутантным EF-2, не способным присоединять АДФ-рибозу, имеют нормальный белковый синтез и вообще отличаются от обычных клеток лишь полной устойчивостью к дифтерийному токсину.

Создается впечатление, что дифтамид — мина замедленного действия, которую каждый из нас носит в себе до тех пор, пока не заразится дифтерией. Парадокс получит объяснение, если предположить, что люди и животные используют в борьбе с эпиде-

мией ту же стратегию, что и кишечная палочка, зараженная бактериофагом: смерть под действием дифтерийного токсина позволяет популяции избавиться от инфицированного индивидуума. Вероятно, коринебактерия все равно бы погубила большого каким-либо иным, не зависящим от токсина способом, но это произошло бы после ее массового размножения в организме, который сделался бы опасным источником болезни. В таком случае уже не кажется удивительным наличие дифтамида в одном из важнейших белков. Можно думать, что популяции, не имевшие дифтамида, просто вымерли от эпидемий.

По-видимому, дифтамидный механизм защищает популяцию не только от дифтерии, но от целой группы опасных инфекций. В частности, токсин А, который выделяет одна из инфекционных псевдомонад, действует аналогично дифтерийному токсину, только связывается с другим рецептором. И уже ясно, что это явление уходит своими эволюционными корнями в глубь веков. Дифтамида нет у зубактерий, но он есть у архебактерий и дрожжей.

Септический шок

Другой пример патологии, имеющей признаки фенотоза, — септический шок. Многие его черты указывают на то, что смертельный исход специально организован самим организмом, подвергшимся массивному вторжению бактерий. При этом роль бактерий может быть совершенно пассивной. Так называемый эндотоксин, который служит причиной сепсиса, есть не что иное, как липополисахарид, образующий клеточную стенку грамотрицательных бактерий. Его токсичность всецело зависит от наличия в макроорганизме специальных внеклеточных белков, связывающих его, и белков-рецепторов, узнающих этот белково-липополисахаридный комплекс. Сепсис сопровождается массовым выбросом макрофагами белков-цитоклинов, индуцирующих апоптоз (рис. 3). Выключение генов, кодирующих цитокины, ингибирование апоптозных белков или блокирование рецепторов полисахарида снижает токсичность последнего. Можно думать, что путь к победе над сепсисом лежит через описание, а затем блокирование всех путей восприятия и передачи фенотозного сигнала, подаваемого бактериальным липополисахаридом, который сам по себе не опасен. Этот сигнал сообщает о появлении в тканях и крови грамотрицательных бактерий — потенциально особо опасного класса микроорганизма. Мощная



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

клеточная стенка предохраняет их от воздействия защитных антибактериальных механизмов человека или животного. Не случайно, что именно основной компонент этой стенки играет сигнальную роль. По-видимому, организм реагирует так на любые грамотрицательные бактерии, в том числе неинфекционные, — они, как известно, также могут вызывать сепсис.

Безусловно, фенотоз служит последней линией обороны сообщества от эпидемии. Когда патогена не слишком много, тот же сигнал — появление липополисахарида — организм использует, чтобы привлечь лейкоциты к зараженному участку ткани. Там лейкоциты образуют цитокины, посылая в апоптоз клетки зараженного участка.

При умеренном уровне инфекции все эти меры призваны спасти, а вовсе не убить организм. Расхожее мнение о сепсисе состоит в том, что он представляет собой чрезмерное использование организмом защитных средств. Но в таком случае неясно, почему эволюция не изобрела контрольного механизма, предотвращающего эту опасность.

Старение организма — особый случай фенотоза?

Мысль о том, что старение как завершающий этап индивидуального развития организма может быть запрограммировано, высказал Август Вейсман в своей знаменитой лекции 1881 года. Вот отрывок из нее: «Я рассматриваю смерть не как первичную необходимость, а как нечто, приобретенное вторично в процессе адаптации. Я полагаю, что жизнь имеет фиксированную продолжительность не потому, что по природе своей не может быть неограниченной, а потому, что неограниченное существование индивидуумов было бы роскошью без какой-либо проистекающей из нее выгоды... Изношенные индивидуумы не только бесполезны для вида, но даже вредны, поскольку они занимают место тех, кто здоров».

В 50-е годы XX века гипотеза Вейсмана была раскритикована Питером Медаваром, утверждавшим, что в ес-

тественных условиях большинство организмов гибнет раньше, чем успевает состариться, и потому такой механизм не имеет практического значения для вида и не мог быть отобран эволюцией. Однако, по мнению Дж. Боулса (2000), это утверждение неприемлемо ко многим видам в определенные периоды их истории. Еще важнее то обстоятельство, что особи с измененным геномом могут сильнее образом влиять на судьбу сообщества, даже если они составляют очень малую его часть.

Пример такой ситуации недавно проанализировали У. Мьюэр и Р. Ховард. Они исследовали трансгенный вариант японской аквариумной рыбки, которой ввели человеческий ген гормона роста. В результате рыбки стали расти быстрее. При этом оказалось, что, во-первых, крупные трансгенные самцы более привлекательны для самок и, во-вторых, только две трети трансгенных самцов доживают до репродуктивного возраста. Как показал расчет, взаимодействие этих двух факторов через 40 поколений приведет к полному вымиранию стада из 60 000 рыбок, если изначально в стаде было всего 60 трансгенных особей. За большее число генераций даже одна трансгенная особь может вызвать гибель всего стада.

Подобный прием давно используют для борьбы с вредными насекомыми: подпускают в популяцию некоторое количество стерилизованных самцов. При этом, как и в случае с рыбами, не требуется уничтожать нормальных самцов, которых просто не хватит, чтобы поддержать баланс между размножением и гибелью.

Вероятность какой-либо роковой для популяции ошибки тем выше, чем сложнее устроены организмы. Очевидно, что долгое существование какого-либо вида предполагает совершенство системы защиты геномов индивидумов, составляющих этот вид. Такая система отвечает за: 1) предотвращение окислительного и любого другого повреждения генома, 2) репарацию поврежденного генома и 3) очистку живых систем от потенциальных монстров с поврежденным геномом. Повреждения накапливаются с возрастом, поэтому смерть от старости могла бы стать способом защиты генома по третьему типу.

Биологическая эволюция оказалась бы невозможной, если б геном оставался неизменным. Но это практически исключено, поскольку любая защита генома не может быть абсолютной. Более того, ухудшение условий среды, как любое отклонение системы от оптимума, должно ослаблять эту защиту и тем самым увеличивать вероятность появления мутаций и новых признаков.

Эта вероятность возрастает также при увеличении плодовитости и ускорении смены поколений — то есть при уменьшении продолжительности жизни. В опытах Д. Резника у гуппи, многие годы живших в среде без хищников, а затем в течение пяти лет — с хищниками, стал раньше наступать репродуктивный возраст, а продолжительность жизни сократилась, даже если убрать хищников.

Итак, долгожительство означает медленную смену поколений и, следовательно, уменьшение шанса возникновения новых признаков при половом размножении. В этом может быть вторая причина запрограммированной смерти старых особей.

Старческий феноптоз мог бы выглядеть как внезапная смерть, наступающая при достижении особью некоего критического возраста. Дж. Боулс упоминает об одном из видов морских птиц, которые внезапно умирают в 50 лет без всяких признаков старения. Однако ясно, что такая ситуация — исключение. Как правило, смерть от старости — результат процесса, сильно растянутого во времени. Но коль скоро речь идет о многократно размножающихся особях, медленный феноптоз может оказаться полезней для вида, чем быстрый. Дело в том, что наличие у особи полезного признака способно в течение какого-то времени компенсировать неблагоприятные эффекты старения, тем самым давая особи репродуктивные преимущества. Крупный, сильный олень даже и в старости имеет шанс оставить потомство, выиграв весеннюю битву за самку у молодого, но низкорослого соперника.

Еще раз о теломерах

По мнению Дж. Боулса, первый специализированный механизм старения был изобретен эволюцией, когда клетка простейшего стала использовать линейную ДНК вместо кольцевой, типичной для подавляющего большинства бактерий. О концевой недорепликации ДНК «Химия и жизнь» писала не раз и не два. Белковый комплекс, копирующий ДНК, был создан эволюцией применительно к кольцевой ДНК и не способен воспроизводить концевые участки линейной матрицы, на что впервые обратил внимание А. М. Оловников. Подобный недостаток присущ и системе репарации ДНК. Почему же эти дефекты в работе важнейших ферментативных систем не были исправлены за миллионы лет эволюции, за то же время разрешившей гораздо более серьезные проблемы? Не потому ли, что сокращение продолжительно-

сти жизни на клеточном уровне было чем-то выгодно?

Механизм репликации, по-видимому, был усовершенствован в процессе эволюции таким образом, что к концам кодирующей линейной ДНК были присоединены некодирующие нуклеотидные последовательности, так называемые теломеры. Клетка использовала укорочение теломер для отслеживания числа делений, причем это происходило без повреждений кодирующей части. Таким образом, основная, генетическая, функция ДНК была отделена от новой: мониторинга количества делений.

Укорочение теломер могло бы служить причиной старения таких одноклеточных организмов, как простейшие или дрожжи. У многоклеточных в половых и стволовых клетках постоянно активен фермент теломеразы, наращивающий концевые участки. В остальных клетках синтез теломеразы прекращается еще в эмбриональный период развития, так что с возрастом длина теломер только уменьшается, как шагрeneвая кожа. (Но важно, что прекращение клеточных делений наступает еще до того, как теломера исчезнет вовсе и начнет разрушаться смысловой участок.)

Остается открытым вопрос о том, в какой степени теломерный механизм участвует в старении многоклеточных организмов. Вполне возможно, что они изобрели совсем иные программы старческого феноптоза. Однако несомненно, что у долгожителей уменьшение длины теломер приближается к роковой черте, за которой наступает запрет на деление клетки. По данным группы К. Сасаджимы из Японии, теломеры в клетках печени людей старше 80 лет почти вдвое короче, чем у детей до 8 лет. По-видимому, продлить жизнь тем, кому за сто, можно лишь при условии, что удастся нарастить их теломеры, включив на какое-то время в стареющих тканях теломеразу.

Инфаркт, инсульт, рак: болезнь или закономерность?

Наиболее частые смертельные болезни пожилых людей, а именно инфаркт и инсульт, напоминают феноптоз при септическом шоке в одном важнейшем аспекте. Во всех трех случаях заболевание развивается стремительно и, если не принять экстренные меры, приводит к летальному исходу, причем происходит катастрофическое распространение апоптоза среди клеток, образующих жизненно важные органы.

Вновь возникает недоумение, почему организм допускает такую сильную активацию апоптоза, которая приводит к его гибели. Ответ на этот вопрос можно дать, приняв, что ишемические болезни реализуют программу самоубийства.

Вот почему один из подходов к лечению инфаркта и инсульта — блокирование апоптоза. В нескольких лабораториях уже показано на животных весьма благоприятное действие ингибиторов апоптоза при ишемических болезнях сердца и мозга. К сожалению, применять ингибиторы возможно лишь в острых случаях, то есть сразу после инфаркта или инсульта. Апоптоз необходим для нормального функционирования важнейших систем нашего организма. Более того, он служит одним из рубежей антираковой защиты организма. Поэтому преобладание антиапоптотной системы над апоптотной снизит риск ишемической болезни, но одновременно повысит риск злокачественного перерождения. Известно, что рак, подобно инфаркту или инсульту, есть болезнь преимущественно пожилых. В 50% случаев это обусловлено накоплением мутаций в гене белка p53, «стража генома», активирующего апоптоз. В некоторых других случаях раку сопутствует суперпродукция антиапоптотного белка Bcl-2.

Нельзя не отметить, что человек стареет не так, как его родственники, даже самые ближние. У многих видов животных, включая высших обезьян, самка умирает вскоре после того, как прекратился репродуктивный период. Продолжительность жизни женщин вдвое больше, чем самок обезьян, за счет того, что пострепродуктивный период жизни сильно растянут. К.Люис предполагает, что продолжительность жизни людей увеличилась ради обеспечения передачи знаний молодому поколению. По данным Б.Пеннинкса и других, есть корреляция между смертностью и психологическими факторами, такими, как утрача эмоциональной поддержки со стороны окружающих и сознание того, что человек уже не может быть хозяином своей судьбы.

В рамках концепции феноптоза это означает, что сигнал смерти, включющийся у старых обезьян после потери детородной способности, у женщин не возникает или не принимается организмом к исполнению, пока наличествует эмоциональная поддержка. Остается неясным, какие биохимические механизмы отвечают за такого рода регуляцию продолжительности жизни. Тем не менее очевидно, что факторы психологического порядка могут вызвать «биохимическое са-

моубийство» человека. Пожалуй, наиболее демонстративным примером служит так называемая «смерть вуду», когда человек умирает под действием внушения. Подобные ужасные случаи неоднократно описаны исследователями дикарей. Х.Истуол обсуждает два примера «смерти вуду» среди австралийских аборигенов, отмечая, что сильнейшее обезвоживание убивает человека, «проклятого» жрецом, в течение нескольких дней. В одном из упомянутых случаев врачебная помощь пришла слишком поздно, в другом женщину удалось спасти, увезя ее из мест обитания племени.

Общеизвестны примеры заболевания людей, иногда со смертельным исходом, при потере близкого человека. Зачастую болезни эти — вовсе не психического характера, а все те же инфаркт, инсульт или рак. Такого же рода случаи известны и среди домашних животных, которые иногда не в состоянии перенести смерть хозяина.

Вообще, феноптоз у людей можно рассматривать как вредный атавизм. В дикой природе феноптоз полезен прежде всего для выживания и эволюции сообществ организмов в агрессивных условиях среды. Люди устраивают свою жизнь так, чтобы свести к минимуму зависимость от внешних условий. Что касается эволюции, то мы давно уже не полагаемся на ее медленный темп. Чтобы взлететь, человек построил самолет, а не ждал миллионы лет, когда у него за спиной вырастут крылья.

Даже такая функция феноптоза, как очистка сообщества от мутантного потомства старых родителей, может быть заменена, скажем, законом, запрещающим иметь детей начиная с некоторого критического возраста. На смену самурайским традициям, управлявшим в течение длительного времени японским обществом, пришли в конце концов более гуманные законы.

Заключение

Предположение о запрограммированной смерти организма, выдвинутое Вейсманом более века назад, может

быть по достоинству оценено только сегодня, когда уже описаны феномены самоликвидации внутриклеточных органелл — митохондрий, а также клеток (кстати, в октябре 2002 года С.Бреннеру, Дж.Э.Салстону и Х.Р.Хорвицу была присуждена Нобелевская премия за открытие механизма апоптоза) и органов. Явления же, относящиеся к категории феноптоза, прослежены на различных уровнях организации жизни. Однако на сегодня наших знаний недостаточно, чтобы сделать окончательный выбор между двумя концепциями старения, обсуждающимися со времен Вейсмана: смерть от старости как результат накопления случайных поломок или включения программы самоубийства. Но эти концепции, обычно рассматриваемые как альтернативные, окажутся взаимодополняющими, если принять, что накопление поломок запускает программу самоубийства задолго до того, как поломки станут несоместимыми с жизнью организма.

В любом случае концепция феноптоза имеет одно очевидное преимущество перед альтернативной точкой зрения, исповедуемой подавляющим большинством геронтологов. Она допускает резкое увеличение продолжительности активной жизни, а в пределе — и отмену старения как такового. Для этого нам достаточно было бы выключить сигналы, вызывающие старение, или сломать механизм их реализации. Такие цели обретут черты реальности, когда мы узнаем природу сигналов и механизмов, о которых идет речь. Что же до традиционной концепции накопления поломок, то она вряд ли может обещать что-нибудь существенное, так как, исправив сегодня одну поломку, завтра мы столкнемся с другой, также требующей исправления.



Мезозой и эволюция по Дарвину

Е.А.Бельшесов

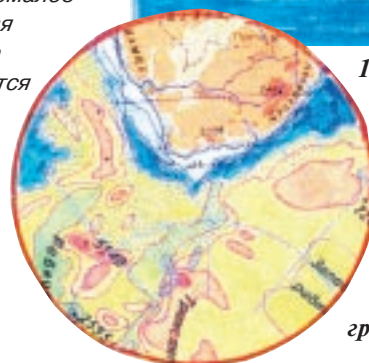


Ровно два года назад мы опубликовали статью П.Ю.Черносвитова «Как летали в мезозое» («Химия и жизнь», 2000, № 11), которая, как выяснилось уже вскоре, нашла живой отклик среди наших читателей. В общем, письма, письма... И верно: сам автор статьи предупреждал, что мезозойская эра — самая у нас популярная, самая востребованная геологическая эпоха в истории Земли. И понятно почему: динозавры!

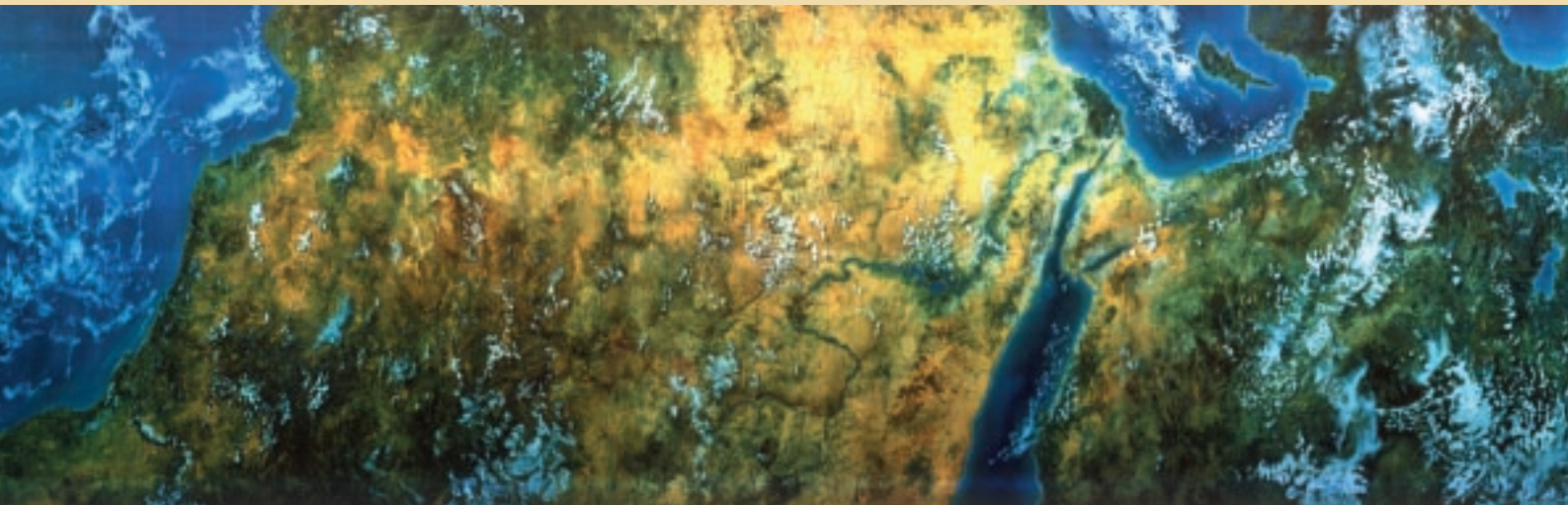
Да, к динозаврам у нас какое-то особое отношение — можно сказать, почти любовное. Хотя твари были еще те, и слава Богу, что человечеству с ними исторически пересечься не пришлось. И все-таки жалко их: взяли и вымерли, бедненькие. Почему?

Гипотез на эту тему — несть числа, но все-таки тем и отличалась от прочих научных и околонучных пассажей вышеупомянутая статья нашего автора, археолога, а в прошлом инженера-авиатора, что ставила вопрос по-другому: а как вообще эти монстры могли тогда, в мезозое, существовать? И конкретно летающие ящеры — птеранодоны? А это был, пожалуй, один из самых страшных хищников за всю историю нашей планеты: размах его крыльев, по данным археологии, достигал аж 16 метров, что сопоставимо с современным бомбардировщиком типа ТУ-22! И как же он мог взлетать и лететь? Оказывается, с сегодняшних позиций (биологических, аэродинамических и авиаконструкторских) не мог никак. Но тем не менее птерадодон летал, и очень долго — почти сорок миллионов лет. Значит, что-то, неведомое нам теперь, ему позволяло. Что?

В двухгодичной давности статье П.Ю.Черносвитова были высказаны на сей счет неожиданные, но вполне правдоподобные (во всяком случае, непротиворечивые) предположения, что, судя по всему, и «возбудило» немалое число наших просвещенных читателей. Среди них и автор статьи, которая сейчас перед вами, в чем он искренне признался в письме к нам. Мы ее с удовольствием публикуем по двум причинам: во-первых, тут расширяется и углубляется ранее высказанная Черносвитовым гипотеза, а во-вторых, приводятся новые данные по геологии и геотектонике Земли, и именно той далекой ее эпохи, когда в небе царствовал наш страшный герой — птеранодон. Заметим, однако, что взгляды автора этой статьи, в частности о расширяющейся Земле, как нам известно, разделяют отнюдь не все специалисты в этой области знания. Но может быть, тем интересней? Обсудим — почему бы и нет?



1
Иллюстрация совпадения контуров материков в южной полушарии в результате хрупкого раскола гранитной коры



Итак, по данным палеонтологии и археологии, все летающие ящеры были хищниками. Значит, чтобы выжить и просуществовать несколько десятков миллионов лет (а это по земным меркам исторически значительный срок), они должны были уметь взлетать с места фактически без разгона и, в том числе, с добычей в когтях или зубах. С позиций сегодняшних реалий, то есть данных биологии и аэродинамики, учитывая размер этих тварей, особенно птеранодона, это действительно принципиально невозможно, тут автор статьи в «Химии и жизни» (№ 11, 2000) совершенно прав. И в таком случае — как?

Объяснение — в геологии. И почему эти звероящеры успешно летали на протяжении миллионов лет, и почему затем повсеместно исчезли (а сей процесс был тоже отнюдь не кратковременным) — все это вполне укладывается в следствия *гипотезы расширения земного шара*.

Почему и куда движутся континенты

Гипотезу о движении материков впервые выдвинул немецкий ученый Альфред Вегенер, и было это еще в 1912 году. Он считал, что современные континенты образовались в результате раскола единого праматерика Пангеи и их дальнейшего медленного

перемещения по пластичному подкорковому субстрату планеты под действием конвекционных потоков магмы. Так материки постепенно рассредотачивались по земному шару, размеры которого всегда оставались (и остаются) неизменными.

Теперь, спустя 90 лет, накопились новые знания о физике и геологии Земли, которые позволяют толковать причины движения материков несколько иначе.

Относительно молодой возраст базальтов океанической коры (а им не более 200 млн. лет — по сравнению с миллиардами лет гранитоидов кристаллической коры континентов) дает основание предположить, что земной шар все-таки расширяется и в основе этого процесса — увеличение площади океанского дна. А Пангея, по сути, — не что иное, как сплошная гранитная оболочка древней планеты, которая в свое время раскололась на материки под действием импульсов расширения Земли после оголения слоя базальтовой магмы и образования коры океанического типа.

Известно, что А. Вегенер пришел к мысли о расколе земной коры и движении континентов, так сказать, от географии: он первым серьезно обратил внимание на сходство (точнее, на взаимодополнительность) очертаний впадины западного побережья Африки и бразильского выступа Южной Америки. Однако на земном шаре

есть места, где линии разделения материков дают значительно больше информации для размышления. Одно из них — это побережье Антарктиды вблизи Антарктического полуострова.

Если хорошенько приглядеться к карте Антарктиды, то нетрудно понять, что линии отрыва Африки и Австралии от Антарктиды и до настоящего времени сохранили очертания своей прародины: южная кромка Африки точно вписывается в антарктическое море Уэддела, а южное побережье Австралии совпадает с береговой линией моря Росса (рис. 1). Особенно убедительно выглядят детали (см. сноску в круге). Обратите внимание на южную точку Африки — мыс Игольный. Клиновидному выступу шельфа у этого мыса легко отыскивается «ответная» бухта на берегу антарктического моря Уэддела, которая врезается углом в материк Антарктиды недалеко от аргентинской полярной станции Бельграно II. С помощью несложных геологических исследований можно было бы убедиться, что эти участки материков, ныне отстоящие друг от друга на 6 тысяч километров, когда-то составляли единое геологическое тело. И еще: можно определить время разделения материков — по возрасту последних идентичных пластов осадочного покрова континентов. Четкое совпадение контуров свидетельствует о хрупком (холодном) разломе коры при



отделении африканской и австралийской континентальных плит.

Совсем по-другому происходило разделение Антарктиды и Южной Америки (рис. 2). Вытянутые конфигурации Антарктического полуострова и патагонского сужения Южной Америки говорят о пластической деформации этих участков гранитной коры. Более того, разрыва континентальной коры здесь так и не произошло. Антарктический полуостров соединен с мысом Горн длинной петлей подводного Южно-Антильского хребта, вершины которого, выступающие над водой, образуют цепь островов в южной части Атлантического океана. Это в географии контуры материков очерчиваются береговой линией на уровне моря, а вот в геологии границы континентов определяют линии контакта гранитной и базальтовой составляющих земной коры. Поэтому блоки материков продолжают под водой в виде континентальной отмели (шельфа) и континентального склона, к которому примыкает базальтовое континен-

тальное подножие, переходящее в ложе океана.

Но почему при явных признаках проплавления и растяжения континентальной коры узкая перемычка, соединяющая под водой Антарктиду и Америку, так причудливо изогнулась, а не вытянулась струной? Несомненно, Южно-Антильская гряда сначала была растянутой (еще раз рис.2). Ситуация, зафиксированная на современной географической карте, позволяет реконструировать геотектонические события двухсотмиллионлетней давности следующим образом.

После «холодного» растрескивания гранитной коры в южной приполярной области планеты, то есть по береговым линиям современных морей Росса и Уэддела, началось расширение полей извергающейся базальтовой магмы — будущего дна зарождающихся Индийского и Тихого океанов. Сначала отделилась только Австралия, а Афро-Американский блок гранитной коры, прогреваемый с двух сторон теплом оголившегося базальтового расплава, отделился от Антарктиды с образованием перешейка. По мере проплавления коры хорошо разогретая перемычка длительное время растягивалась (длина Южно-Антильской гряды составляет около 5 тысяч км). Удаляющийся от Антарктиды монолит Америки и Африки по инерции смещался на восток, по-

2
Образование перемычки между Антарктидой и Афро-Американским блоком континентальной коры в результате проплавления и растяжения

тому что, в соответствии с законом сохранения момента импульса, в процессе расширения земного шара скорость его осевого вращения снижалась. Наконец, Африка откололась, и хлынувшие в прорыв магматические массы дна образующейся Атлантики отклонили Южную Америку на юго-запад. А узкая ра-



зогретая перемычка, связывающая Америку с Антарктидой, сложилась в петлю (рис. 3).

В последующие эпохи высокой тектонической активности образовался Великий океан и увеличились размеры других океанов. Из-за этого, точнее, за счет увеличения площади океанского дна и происходило расширение земного шара. Материки в это время взаимно раздвигались прорывающимися на поверхность Земли массами базальтовой магмы. Они перемещались, растрескивались, деформировались (все это происходит и до сих пор), однако суммарная площадь гранитной коры практически остается неизменной. Многочисленные обломки континентальной коры, плавающие в более плотном базальтовом магматическом слое, теперь превратились в разбросанные по океанам острова и архипелаги, вкрапленные в базальтовую кору океанического типа.

Растущая планета Земля

Стало быть, как ни странно, земной шар расширяется. И каковы же тем-

пы этой эволюции? И какое это может иметь отношение к динозаврам, в частности птеранодонам? Начнем с фактов, а уж потом гипотезы.

Чтобы вычислить, какой была площадь земной поверхности примерно 200 млн. лет назад, надо сложить площади континентальной коры (то есть материков с учетом шельфа и континентальных склонов в океанах, а также островов), имея в виду, что они представляют собой фрагменты сплошной гранитной оболочки планеты рубежа палеозоя и мезозоя. В настоящее время площадь поверхности земного шара, равная 510 млн. кв. км, по альтиметрическому признаку дифференцируется следующим образом

СУША:

горы	10 млн. кв. км
плато	30 млн. кв. км
равнины	100 млн. кв. км

ОКЕАН:

материковая отмель (шельф)	30 млн. кв. км
континентальный склон	35 млн. кв. км
ложе Мирового океана	300 млн. кв. км
океанические впадины	5 млн. кв. км.

Тогда площадь поверхности первичной гранитной коры (поверхности земного шара эпохи палеозоя) составит:

$$10+30+100+30+35 = 205 \text{ млн. кв. км.}$$

Выходит, с пермо-триасового времени **площадь земной сферы** увеличилась примерно в 2,5 раза: если поделить то, что мы имеем сегодня, то есть 510 млн. кв. км, на приведенные выше 205 млн. кв. км, то и получим искомые 2,5 раза.

Тогда:

радиус Земли (а также длина экватора и меридианов) увеличился в 1,6 раза ($2,5^{0,5} = 1,6$);

объем — в 4 раза ($1,6^3 = 4$).

Теперь **продолжительность суток**. Из условия сохранения момента импульса следует, что на Земле в период, предшествующий расколу

гранитной и появлению базальтовой коры, этот параметр составлял менее 10 часов (в соответствии с квадратнопропорциональной зависимостью периода вращения от радиуса вращающегося по инерции шарообразного тела: 24 часа : $1,6^2 = 9,4$ часа).

Ускорение силы тяжести на поверхности земного шара тогда равнялось 25 м/с^2 , вместо сегодняшних 9,8. (Согласно закону всемирного тяготения ускорение силы тяжести на любом расстоянии от небесного тела обратно пропорционально квадрату расстояния от центра масс этого тела. Масса расширяющейся Земли не изменяется. Следовательно, $9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1,6^2 = 25 \text{ м/с}^2$.)

Атмосферное давление на поверхности Земли в мезозое составляло 6,5 атмосфер. (Атмосферное давление определяется отношением веса газов, распределенных над поверхностью планеты, к площади этой поверхности. Вес выражается произведением массы на ускорение силы тяжести. Массу атмосферы принимаем неизменной. Тогда в формуле $P = mg/F$ знаменатель будет прямо пропорционален, а числитель обратно пропорционален квадрату радиуса планеты. Следовательно, изменение атмосферного давления на расширяющейся планете обратно пропорционально четвертой степени изменения длины ее радиуса, т.е. уменьшается в $1,6^4 = 6,5$ раз.)

Плотность воздуха у поверхности Земли можно считать пропорциональной атмосферному давлению. В тот период она была примерно в 6 раз больше, чем теперь, — около 8 кг/м^3 . Именно поэтому крупные, тяжелые крылатые ящеры могли летать на перепончатых крыльях в воздухе мезозойского времени. В наше время ни эти ящеры, ни зубатая первоптица юрского периода просто не смогли бы оторваться от поверхности земли! Уплотненный воздух мезозоя не только обеспечивал подъемную силу крыльям, но и позволял тем «птичкам» развивать значительно большую мощность маха за счет увеличения массы кислорода при вдохе. Поэтому-то в барических условиях того времени и



сложилась благоприятные предпосылки для гигантизма: достаточно высокое насыщение организма кислородом способствовало повышенному обмену веществ.

Ну а что было потом? Потом Земля расширялась, постепенно менялись ее физические, рассмотренные нами выше, параметры, и огромные динозавры, в том числе летающие, постепенно вымирали. Запаса их прочности (широты генетической нормы реакции) оказалась недостаточно, чтобы приспособиться к новым геофизическим условиям планеты.

Живые доказательства перемещения материков

Оказывается, на Земле еще живы представители фауны, которые самим фактом своего существования подтверждают предположение о расколе земной коры, в частности расхождении и последующем удалении Америки от Азии. Это древние ящерицы — игуаны.

Эндемичный вид игуан живет всего на четырех островах Полинезии в западной части Тихого океана, в то время как их прародина (и основное место обитания древних игуан вообще) — это побережье Перу и Эквадора. Что, понятно, на континенте, южноамериканском, а не в дальних дальях Тихого океана. Так вот: каким образом немногочисленная популяция островных игуан оказалась на огромном расстоянии от своих южноамериканских сородичей? Высказывалось такое предположение: игуаны были занесены на острова Полинезии. Именно занесены — с берегов Перу и Эквадора, пассатами, на ветвях и стволах деревьев, сброшенных тайфунами в океан. Красивая гипотеза! Красивая, да неверная. Ибо трудно поверить в вероятность такого экзотического путешествия достаточно крупных растительноядных животных через Великий океан по воле волн и морских течений. Ведь расстояние между островами и родиной игуан ни много ни мало, а около 7 тысяч километров.

Поэтому с позиций гипотезы ступенчатого расширения Земли правдоподобна другая версия. На ранней стадии образования Тихого океана теплолюбивые игуаны жили на его восточном берегу в области экватора. Расширяющийся океан раздвинул материки, и обломки южноамериканской континентальной плиты вместе с их обитателями когда-то оказались почти посередине океана. Кстати, по той же линии экватора, на Галапагосских островах, что в тысяче километров от Эквадора, живут еще два эндемичных подвида игуан. Скорее всего, первоначально это был один вид, континентальный, ну а затем — изоляция расстоянием (здесь — океаном), дивергенция. В общем, все по Дарвину.

Геологические катаклизмы и происхождение видов

Пожалуй, теперь будет уместно высказать предположение о возможной связи развития жизни с импульсами расширения Земли. Ведь именно после эпох горообразования происходили радикальные изменения в живой природе, в ее биологии, эволюции.

С каждым последующим этапом активизации тектогенеза начинался новый виток усложнения и разветвления биологических таксонов. Однако ни классическая теория Дарвина, ни современная эволюционная генетика не объясняют этого явления — точнее, как бы обходят его стороной. Да, науке известно, что развитие жизни шло в направлении усложнения организмов и расширения видового состава фауны и флоры, да и биологи не исключают того, что в какие-то периоды на планете происходили скачкообразные генетические изменения. Но... но где же пресловутые промежуточные формы? А может быть, ответим вопросом на вопрос, их не было вовсе?

Совсем не исключено, что резкое, скачкообразное возникновение сложных организмов на Земле происходило именно в области разломов тек-

тонических плит. Примеры такого «аномального» разнообразия форм жизни — в рифтовых зонах Красного моря и Восточной Африки (а древний человек — прародитель современного — не оттуда ли?). В общем, наши знания по геологии вполне позволяют предполагать, что в периоды высокой тектонической активности существует корреляция между усложнением физико-химических процессов и молекулярной структурой вещества. Это распространяется и на биологические системы.

Тогда правдоподобна такая версия: периоды резких изменений генетических кодов организмов и перестроек хромосомных наборов клеток связаны с эпохами горообразования. Естественный, хотя и экспансивный мутагенез, когда из-за повсеместного растрескивания земной коры на поверхность планеты вместе с магмой извергались некие ионизированные флюиды. Мутагены, если по-современному.

Ну а в длительные периоды тектонического спокойствия жизнь развивается эволюционно плавно, то есть не скачкообразно. Тут происходит естественный отбор по Дарвину: полезные свойства закрепляются, а носители нежизнеспособных признаков вымирают или не оставляют потомства. В эти продолжающиеся десятки миллионов лет интервалы времени действуют известные законы современной генетики и постулаты эволюционной теории Дарвина.

Поэтому биологическую эволюцию по Дарвину отменить нельзя. Ее надо объединить с другой эволюцией — геологической. И после этого уже не спрашивать: а как мог монстр мезозоя — птеранодон — летать? Тогда — запросто.





ЭКОЛОГИЯ

Тропические растения заселяют подмосковные реки

Ученые Биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова обнаружили в одной из подмосковных рек шесть видов тропических и субтропических водных растений. За последние несколько лет растения не только не пострадали от нашего неприветливого климата, но, напротив, разрослись и стали вытеснять своих соседей — аборигенные водные растения.

Что бы вы подумали, встретив в подмосковном ельнике какаду или гориллу? Или, наклонившись к любимому роднику, подверглись нападению рыб пираний? Наступив на хвост крокодила в московской речке Яузе, вы, без сомнения, решили бы, что забыли проснуться, ведь наяву всего этого не бывает. Ботаник из Московского университета кандидат биологических наук Андрей Викторович Щербаков обнаружил в речке Пехорке совсем близко от столицы шесть видов водных растений из тропиков и субтропиков, но сомневаться в реальности происходящего ему не пришлось. Ученый собрал образцы этих растений, внимательно изучил их, и теперь они дополнили список видов растений Московской области.

Что же это за растения и как они сюда попали?

Некоторые из них хорошо знакомы аквариумистам. Пистия, или водяной салат, действительно похожая на салат-латук с нежными синевато-зелеными листьями. В естественных условиях она обитает в тропической зоне всех материков, кроме Австралии, свободно плавает на поверхности воды, свесив вниз множество перистых плавающих корней. Валлиснерия — родственница элодеи канадской, которая поселилась в европейских водоемах на полтора столетия раньше и получила прозвище «водяная чума» за способность быстро разрастаться и заполнять весь водоем. Валлиснерия, как и элодея, целиком погружена в воду и прикрепляется корнями ко дну. Элодея густая — очередной переселившийся к нам из Южной Америки соплеменник водяной чумы — очень похожа на своих родственников, но листья ее длиннее и размещены на стебле гораздо гуще. Вольфия бескорневая — самое маленькое сосудистое растение на Земле, похожа на крошечное зеленое зернышко диаметром не более 1,5 мм. Ее родина — тропики и субтропики Африки и Южной Азии. Близкий

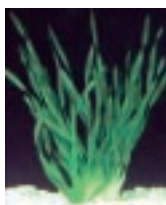


Пистия

родственник хорошо всем известной ряски, она от Линнея получила название «ряска бескорневая», но современные ботаники считают вольфию отдельным родом. Вольфия плавает на поверхности воды, перегоняемые с одного места на другое течениями и ветром. У ученого нет сомнений, что своим вселением в Пехорку эти растения обязаны именно любителям аквариумов.

Еще один вселенец — стрелолист изменчивый (*Sagittaria ambigua*) из Северной Америки, доселе нигде в Европе не встреченный. Наш обыкновенный стрелолист корнями закрепляется на дне, а вверх выпускает листья: под водой — узкие длинные, а над водой — с листовой пластинкой в форме стрелы. Главное отличие пришельца в том, что у него нет стреловидных листьев, вместо них возвышаются листья с овальной пластинкой, похожей на подорожник. Ученый предполагает, что американский стрелолист попал в Подмоскovie благодаря новому русскому увлечению ландшафтным дизайном, в котором часто используют экзотические растения.

Как же удастся выжить этим теплолюбивым растениям? «Ничего удивительного в этом нет, — разъяснил А.В.Щербаков. — В Пехорке сложились особые гидрологические условия. Эта небольшая речка вбирает в себя стоки Люблинской станции аэрации, обслуживающей около половины Москвы. Стоки эти очень теплые, и они сглаживают сезонные колебания температуры, даже зимой вода оказывается подогретой до +20°C. Кроме того, последние годы были очень теплыми, и летом вся толща речной воды прогревалась до 35–40°C. И уровень воды в реке стабильный — очистные сооружения не знают перерывов. Для того чтобы объяснить появление тропических и суб-



Валлиснерия

тропических растений в средней полосе России, совсем не нужно искать причину в глобальном потеплении климата. Конечно, до тропиков нашей Пехорке далеко, но для погруженных полностью в воду валлиснерии и элодеи густой тепла и света хватает круглый год. Вольфия, хоть и страдает от холодного зимнего воз-



Элодея

духа, все же в небольшом количестве доживает до весны, зато потом размножается быстрее и успешнее, чем другие виды рясок. Растения пистии погибают, но перезимовывают погруженные в воду почки на нижней части около корней».

Каковы перспективы у этих тропических завоевателей? В жарких странах многие из наших новопоселенцев снискали дурную славу. Пистия и водяной гиацинт ведут себя как злостные сорняки, легко расселяются — в этом им помогают не только водные течения, но и птицы. «Захватчики» очень быстро разрастаются, и их заросли могут покрыть всю поверхность водоема, да так плотно, что создадут серьезные проблемы для судоходства. Элодея и ее родственники — тоже агрессоры. Однажды попав в подходящий для себя водоем, они заполняют его весь и вытесняют остальные растения. Даже миниатюрная вольфия небезобидна: плотный слой ее зеленых крупинок может лишить солнца всю расположенную глубже растительность.

Есть опасения, что и в наших реках тропические эмигранты будут вести себя агрессивно. И эти опасения отчасти оправдываются. Там, где появляется валлиснерия, она действительно вытесняет местные рдесты; заросли элодеи густой становятся год от года все больше, и ниже Люберецких очистных сооружений этот вид теперь почти не оставил места для растений-старожитов. Но так обстоит дело только в Пехорке. В Москве-реке, куда несет свои воды эта маленькая речка, смогла выжить только элодея, да и та встречается не дальше 3 км ниже слияния рек. Пистию в Москве-реке находят только летом, а зимой она полностью исчезает. Да и в Пехорке ей удержаться трудно: за последние четыре года ее заросль переместилась вниз по течению на 8 км, и ученый полагает, что через 2–3 года течение вынесет из благодатных теплых вод ее всю. Все-таки не подходят для тропических гостей наши холодные реки. Так что за судоходство в подмосковных реках мы можем пока не беспокоиться.



пьяной матери — не все потеряно

Крыса идет по параллельным жердочкам и вдруг падает. Почему? Может быть, она пьяна? Вовсе нет! Эта крыса пила молоко со спиртом лишь в младенчестве. Не по своей воле, конечно, а по желанию экспериментаторов из Иллинойского университета (США), которые под руководством Анны Клинцовой изучали, как пьянство матери сказывается на способностях потомков и строении их мозга. Результаты получились довольно необычными.

Казалось бы, если будущая мать крепко выпьет в тот период, когда у плода формирование мозга выходит на заключительный этап и связи между нервными клетками активно развиваются, то ничего хорошего детешек не ждет. У людей этот этап приходится на последние три месяца беременности, а у крыс происходит сразу после рождения, при вскармливании. Понятно, что пьянство и в любой другой период ни к чему, но ученые хотели выявить влияние спиртного на мозг именно в последний этап его формирования. Для этого они к молоку, которым кормили новорожденных подопытных крысят, добавили спирт. В крови животного оказалось столько же алкоголя, сколько его бывает у плода после того, как будущая мама активно поучаствовала в веселой вечеринке.

Затем часть крысят в течение десяти дней обучали различным навыкам, давая все более трудные задания, связанные с ловкостью движений и способностью к ориентированию. Во время обучения они делали больше ошибок, чем их обычные собратья, но в конце концов научились выполнять всё правильно. А вторая группа крысят так и осталась необученной.

Потом и тем и другим предложили выполнить совершенно новое задание. И оказалось, что обученные «пьяные» крысята выполняют его почти с той же легкостью, что и обычные. А более половины необученных пришлось сразу снять с эксперимента, оставшиеся же так и не смогли выучить упражнение за отведенное время.

Различие тех и других животных проявилось в их мозгах: у «пьяных» крыс существенно, на одну треть, оказалось меньше число так называемых нейронов Пуркине. Они расположены в мозжечке, который отвечает за правильность передвижения и ориентацию в пространстве. Однако за время обучения нейроны, выжившие после потребления спирта, сформировали много дополнительных синапсов — мест контакта, через которые идет обмен информацией: у нейронов обученных «пьяных» крысят синапсов было на 20% больше, чем у необученных. То есть упражнения помогли животному скомпенсировать урон, который ему нанесли экспериментаторы. Ра-

На этой фотографии — типичное изображение срезов мозга крысы, по которому ученые подсчитывают число нейронов и синапсов. Синапсы — это места, где между нейронами возникла связь. Здесь сосредоточены синаптические пузырьки, то есть завернувшиеся кусочки мембраны. В них содержатся нейромедиаторы — химические передатчики электрического сигнала. Путешествуя в таком пузырьке, нейромедиатор преодолевает синаптическую щель и передает сигнал от одного нейрона другому. Чтобы получить препарат, мозг фиксируют в химическом растворе, замораживают, режут на тонкие слои и окрашивают специальными красителями. В данном случае после такой процедуры стали видны тела нейронов. Другой краситель выявил бы их отростки



Фото А.Клинцова



ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Крысенок, которого в детстве поили молоком со спиртом

Тот же крысенок после обучения



бота американских ученых доказывает: мозг высокоразвитого существа очень пластичен и даже при сильном повреждении способен обходным путем обеспечить себе нормальное функционирование.

Означает ли это, что беременной женщине дозвоительно пить? Вовсе нет. Просто если уж так получилось, надо знать, чем это грозит ребенку, и как можно раньше начать интенсивные развивающие занятия с малышом. Тогда удастся задействовать обходной путь: мозг сумеет компенсировать потерю нервных клеток за счет дополнительных связей.

Справка

С «пьяными» мышами и крысами работают и у нас, например в Институте фармакологии РАН. Если лабораторным грызунам давать на выбор воду и раствор спирта, большинство из них добровольно выбирают именно его, поэтому «спoitь» крысу или мышью довольно просто. От матерей-алкоголиков исследователи получают потомство, а потом, когда детеныши становятся взрослыми, сравнивают их физические и интеллектуальные способности с животными, неотягощенными тяжелой наследственностью. На такой модели ученые изучают действие разнообразных фармакологических веществ, которые могут компенсировать нарушения поведения. Например, если потомков крыс-алкоголиков в юном возрасте лечить пираретамом или другими веществами-ноотропами, то их поведение и способность к обучению приблизятся к норме. Разные генетические линии мышей и крыс различаются по склонности к алкоголизму, то есть по тому, насколько легко у них появляется алкогольная зависимость. Исследователи считают, что на лабораторных грызунах можно получить модель двух типов алкоголизма человека.

Крысик — сын крыса-алкаша

Доктор медицинских наук,
профессор
В.Б.Прозоровский

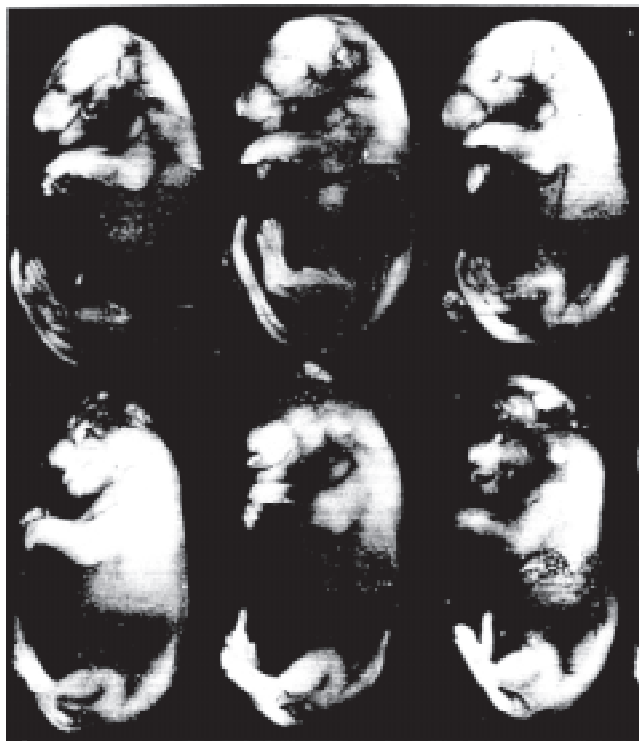
Ну сколько можно писать про пьяных крыс и их многострадальное потомство?! Полвека назад писали, во время антиалкогольной кампании сто раз писали, неужто не надоело? Все верно, писали много раз, и не только мы. Но при обсуждении статьи два человека с медицинским образованием переспросили редактора: как так — влияние отцовского алкоголизма, точно ли отцовского, а не материнского, разве такое бывает? Получается, что бывает...

Подходы к врожденным уродствам

В 60-е годы, когда я работал в Ленинградском педиатрическом медицинском институте, мне пришлось заняться проблемой врожденных пороков развития. К тому времени было установлено, что они имеют три наиболее вероятные причины. Во-первых, генетические дефекты, полученные по наследству, — таких болезней известно несколько сот, в их числе гемофилия, хромосомные болезни, например синдром Дауна. Во-вторых, хромосомы эмбриона, или плода, могут быть повреждены радиацией или химическими агентами: опасны вещества растительного происхождения (барвинок малый и другие), лекарства (особенно противоопухолевые), фосфорорганические ядохимикаты, промышленные выбросы, содержащие оксиды азота, бензпирен и свинец выхлопных газов и другие. Повреждающими агентами могут оказаться и вирусы, например гриппа или краснухи. В-третьих, пороки развития могут возникать в результате прямого воздействия на плод неблагоприятных факторов: сюда можно отнести авитаминозы, недоедание, стрессы, перенесенные матерью, механические повреждения.

Причиной особого внимания к этой проблеме в 60-е годы стало не столько отчетливое и угрожающее увеличение частоты пороков развития во всех странах, сколько сообщения о «трагедии талидомида»: беременные женщины, принимавшие невинное снотворное, рожали детей с уродствами (см. «Химия и жизнь», 2002, №9). Вещества с подобным действием называются тератогенами (от греч. *teratos* — уродство). Как выяснилось, их довольно много. Теперь каждое вещество, используемое в промышленности, особенно в пищевой и лекарственной, обязательно проходит испытания на тератогенность. (Конечно, это касается только лицензированной продукции.)

1
*Уродства головы
плодов крыс после
внутриутробного
воздействия
тератогеном.
Верхний ряд:
нормальные крысята
на 18-й день
внутриутробного
развития.
Нижний ряд: плоды
того же возраста,
матерям которых
на 9-й день
беременности был
введен миелосан
в дозе 8 мг/кг.
Отчетливо видны
мозговые грыжи*



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Меня, как фармаколога, интересовало: могут ли возникнуть пороки развития в результате приема самых безобидных, широко употребляемых веществ: витаминов, например, или алкоголя? Новым в наших исследованиях было то, что мы не изучали уродства плодов: мы искали такие пороки развития, которые могли быть выявлены только специальными поведенческими тестами у крысят, достигших «подросткового» возраста, то есть одного месяца. Их так и называли — поведенческие пороки.

Известно, что любой тератогенный агент, введенный крысе на девятые сутки беременности в достаточно большой дозе, поражает мозг крысенка, который закладывается именно в этот день. Если, к примеру, вводить известный тератоген миелосан (противоопухолевое средство), то у большинства новорожденных крысят либо совсем отсутствует голова (анэнцефалия),

либо из-за дефектов черепа возникает мозговая грыжа (рис. 1). Мы хотели воспроизвести в эксперименте то, что напоминало бы описанную в литературе и известную, увы, из клинического опыта умственную неполноценность (олигофрению) детей алкоголиков — то есть узнать, является ли алкоголизм родителей тератогенным фактором.

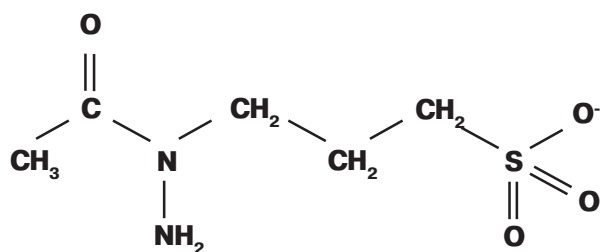
Методически первая часть эксперимента не представляла трудностей. В соответствии с общепринятыми методами следовало вызвать у самки беременность и в строго определенный день дать ей тератоген. Обеспечить у самки готовность к соитию, или, как говорят специалисты, «охоту», просто. Для этого достаточно ввести ей женский половой гормон. Проверкой мазка из влагалища подтверждали, что у крысы наступила течка, после этого подсаживали к ней самца, наблюдали за их поведением и ежедневно брали мазки. Обнаружение в мазке сперма-

тозоидов считалось первым днем беременности.

При введении самкам на девятый день этилового спирта рождалось здоровое потомство. Спирт в больших, наркотических, дозах вызывал резорбцию (гибель и рассасывание) части плодов. Однако уродств головы мы не наблюдали. Иными словами, не зарегистрировали выраженного тератогенного действия спирта при однократном введении даже в большой дозе. Но что, если взять более близкую к человеческой жизни модель — регулярное употребление малых доз?

Коктейль для крысы

Отличить человека выпивающего от алкоголика формально просто. Первый пьет, чтобы снять напряжение, волнение или стать веселым и беззаботным. Второй пьет, чтобы быть здоровым или хотя бы работоспособным. Дело в том, что в организме человека вырабатывается некоторое количество этанола — около 100 мг/л всегда присутствует в крови. Пьяным при этом человек не становится, зато этанол способствует инактивации ацетальдегида, весьма ядовитого вещества (см. «Химию и жизнь», 2000, №4). Воздействуя на мозг в малых количествах, этиловый спирт выступает в роли легкого транквилизатора, поддерживая, как теперь говорят, «нормальное» настроение. При постоянном употреблении больших доз алкоголя — пьянстве — сначала в печени активируется фермент, разрушающий этанол, алкогольдегидрогеназа, и человек приобретает способность пить много, не пьянея. Но это временно. При избытке алкоголя он перестает вырабатываться в организме, и тогда появляется потребность в постоянном введении его извне. Активность алкоголь-



3
Структурная формула акампросата

дегидрогеназы падает, и алкоголик начинает пьянеть быстро. При этом нарушается работа механизмов, обеспечивающих участие алкоголя в обмене веществ, а потому законченному алкоголику необходимо регулярно принимать хотя бы небольшие дозы спиртного, чтобы поддержать удовлетворительное самочувствие.

С крысами происходит то же самое. Если им сразу дать вместо воды 15%-ный спирт, то они эту отраву ни при каких обстоятельствах пить не будут. Если же начать подливать им спирт в питьевую воду понемногу, увеличивая концентрацию по 1% в день, то уже через неделю они будут пить такой «коктейль» как воду. А через две недели начнут оказывать спиртному предпочтение перед чистой водой. После трех месяцев использования 15%-ного спирта в качестве единственного источника жидкости крысы становятся алкоголиками. Впрочем, они все еще могут спариваться, зачинать и рожать крысят, внешне нормальных.

По окончании алкоголизации подопытных мы спаривали крыс-алкоголиков с самцами-трезвенниками (первая серия опытов — 130 крысят), а самцов-алкоголиков — с трезвенницами-самками (вторая серия — 134 крысенка). Контрольную группу составляли здоровые непьющие крысы (третья серия опытов — 130 крысят).

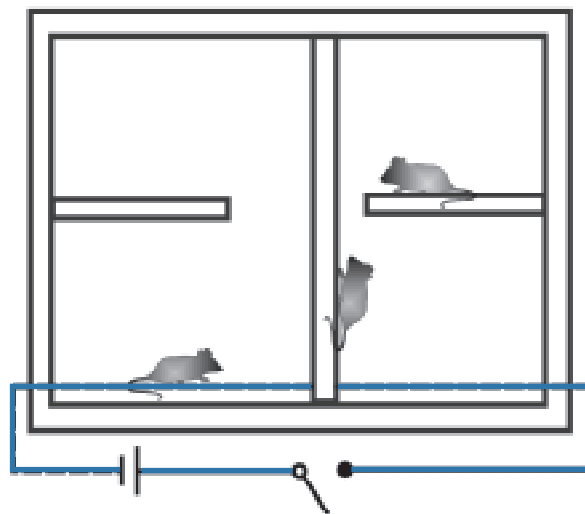
Меченый Крысик

При рождении крысят первой и второй серии мы прежде всего отметили, что нормальное для крыс число детенышей в помете, обычно 6–8, в семьях алкоголиков не менялось. По весу, срокам покрытия шерсткой, созревания и выхода из гнезда крысят не отличались от контрольных, внешне — тоже. Ящики с крысятами разных серий мы поместили различными метками, значение которых сохраняли в тайне. Выполнявшие опыты лаборанты не знали, какого крысенка они испытывают, следовательно, слепой контроль был налицо. (То есть исключались предубеждение или, наоборот, попытки «улучшить» результаты какой-то группы.) Мешал, правда, один крысенок, у которого на ушке было красное пятнышко. Его прозвали Крысик — не особенно оригинально, но ласково, и любили за исключительную доверчивость. Крысик был сыном матерого алкоголика с таким же пятном на ухе. Надо было бы его усыпить и исключить из опыта, но пожалели.

Через месяц пришло время отправлять крысят в «школу», проверять их психические особенности и способность к обучению. Например, всем стайным животным свойственно выяснять, кто главный в доме. Здоровые крысят после однодневного пребывания в изоляции, оказавшись в коробочке с напарником, немедленно принимают характерную позу, которую мы назвали «а ты кто такой?». Чтобы их раззадорить, на пол коробочки через каждые 60 секунд подавали короткие импульсы слабого тока, слегка пощипывающего лапы, и подсчитывали число драк за час. Дети алкоголиков, в отличие от нормы, бойцовую позу обычно не принимали, реже дрались и пищали. Им было все равно, кто хозяин. Причем чувствительность к болевому раздражению у них не менялась, следовательно, они были просто менее эмоциональны (см. таблицу).

Один из важных показателей активности животного — исследователь-

2
Полигон для оценки сообразительности



Поведенческие реакции месячных крысят, рожденных родителями алкоголиками

Группа животных	Агрессивная реакция		Скорость выработки рефлекса избегания	Скорость выбора пути избегания тока
	Число драк	Число реакций писка		
Интактные Материнский алкоголизм «р»	7,2 ± 1,1	4,3 ± 0,4	15,4 ± 1,2	12,7 ± 1,5
	2,9 ± 0,1	1,7 ± 0,4	6,4 ± 1,1	5,1 ± 1,0
	0,02	0,01	0,01	0,01
Интактные Отцовский алкоголизм «р»	6,8 ± 1,2	5,2 ± 0,5	14,2 ± 1,4	12,8 ± 1,7
	3,1 ± 0,1	2,2 ± 0,2	6,8 ± 1,3	5,7 ± 1,1
	0,005	0,01	0,01	0,01

Примечание: «р» — показатель вероятности ошибки разности средних величин интактных крысят и крысят, рожденных алкоголиками, «р» < 0,05 — разность достоверна; «р» = или < 0,01 — разность абсолютно достоверна. Разность между показателями крысят при материнском и отцовском алкоголизме во всех случаях не достоверна.

ский рефлекс «что там такое?». Для этих испытаний использовали «клапанную дорожку» — большой и длинный пенал, разделенный на отсеки дверцами, открывающимися только в одну сторону. Нормальный крысенок, оказавшись в стартовой камере, обследует ее и сразу же интересуется соседним помещением. Сначала просто заглядывает, нет ли там чего опасного или, наоборот, съедобного, потом осторожно приоткрывает дверцу и проскальзывает во вторую камеру. В новом месте ему страшновато, крысенок поворачивает назад, но обратного хода нет. Таким же образом движимый исследовательским рефлексом крысенок переходит в следующую камеру и так далее, за час обычно обследуя 6—8 камер. Но дети алкоголиков проявили значительно меньший интерес к дорожке. Наш Крысик вообще не вышел из стартовой камеры — ничего-то ему не было интересно, как выражаются нынешние подростки, «все пофигу».

Модель неуспеваемости

Следующая часть эксперимента — само обучение, которое было предельно простым. Ящик разгораживали низким барьером, а на пол той части, где сидит крысенок, подавали ток. Первая задача — сообразить, как избежать удара током: скажем, если он сидит в правой части камеры, надо перепрыгнуть в левую, там тока нет. Дальше — сложнее: за пять секунд до включения тока зажигается лампочка. Надо связать в голове эти два события и за считанные секунды совершить спасительный прыжок. Кто не успевал, получал по лапам. Затем делением 100 на число проб с лампочкой до выработки нужного рефлекс-

са рассчитывали относительную скорость его выработки. Таблица наглядно демонстрирует, что учеба детям алкоголиков давалась плохо.

Затем проба на сообразительность: бывает ведь так, что стандартные задания ученик решает плохо, но в необычных ситуациях соображает хорошо. Этот эксперимент проводили в двухэтажной камере с дыркой между этажами. Через дырку проходила палка, обтянутая марлей, чтобы крысятам удобнее было цепляться (рис. 2). В коробку сажали сразу десять крысят и подавали на пол прерывистый ток, частыми ударами. Требовалось догадаться, что избежать неприятных ощущений можно, взобравшись по палке на второй этаж. Повисание на палке не засчитывалось. Сообразительность каждого крысенка оценивали по времени, затраченному на решение задачи, точнее, по скорости $V = 100/t$, где t — время от начала раздражения до перехода на второй этаж. Затем считали среднюю скорость для группы. Из последнего столбца таблицы понятно, что нормальные крысята решали задачу в 2—2,5 раза быстрее, чем дети алкоголиков. А наш Крысик соображал так плохо, что всегда перебирался вверх последним. По этой медлительности его можно было узнать, и не глядя на пятно. Но нрав у него был ласковый, доверчивый, мы жалели его и любили. Ну разве он виноват в том, что его отцом был алкоголик? Крысика мы оставили жить в лаборатории. Я потом ушел работать в другое место, а мне все передавали от него приветы.

Легко видеть, что различия между крысятами — детьми алкоголиков и контрольными абсолютно достоверны. Нетрудно заметить и то, что алкоголизм матерей вызывает более серьезные расстройства, чем алко-



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

лизм отцов, но между ними достоверной статистической разницы нет! Очень странно — но это многократно подтвержденный факт.

Позднее уже не нами было установлено, что алкоголизм ведет к серьезным нарушениям обмена веществ во всем организме и вызывает каким-то образом даже хромосомные повреждения в половых клетках. В результате у детей находят нарушения в работе не только мозга, но и желез внутренней секреции. Полагают, что все это вместе и вызывает умственную отсталость. А ведь человеческие дети, как и наш милый Крысик, тоже ни в чем не виноваты. Ругая ребенка за плохие оценки, иной папа и не вспомнит о своих ежедневных бутылках «живительного» или «правильного» напитка...

Но заканчивать на грустной ноте не хотелось бы. Как сообщают наркологи, сейчас даже квалифицированное наркологическое лечение не исключает рецидив пристрастия уже через три месяца. Однако все большее распространение получает препарат акампросат, который блокирует развитие влечения к алкоголю (рис. 3). Первое сообщение о клинических испытаниях препарата сделали французские врачи П.Луитре, М.Даст и Н.Моро в 1985 году — по их данным, при амбулаторном лечении стойкий успех достигался в 60% случаев (при других методах — почти вдвое меньше), причем препарат был эффективен и в случае рецидивов. В Европе лечению акампросатом были подвергнуты многие тысячи больных; доказано, что препарат хорошо переносится и практически не вызывает побочных явлений. Результат, который можно назвать многообещающим! Теперь слово за химиками-синтетиками: как показывает опыт, им достаточно только показать путь, чтобы появилось множество препаратов один другого эффективнее.

Эмманюэль Монье:

«Каждый пятый студент применяет допинг накануне экзаменов»

Сколько лицеистов злоупотребляют стимуляторами, чтобы получить степень бакалавра? Что именно они принимают? Насколько это опасно для здоровья? Руководство школьного образования признает, что никогда не проводило никаких исследований на эту тему, обращая внимание на более очевидные проблемы — токсикоманию, алкоголь, курение или СПИД. Однако возросшее потребление психотропных препаратов действительно внушает беспокойство: 30% школьников прибегает к таким лекарствам как минимум раз в год.

Фармацевты уже давно пользуются возможностью подзаработать: с приближением лета они наполняют витрины продукцией, которая, как гласит реклама, может или привести в порядок здоровье, или наделить студентов феноменальной памятью, особенно необходимой перед экзаменами, чтобы за один день усвоить годовую программу. Судя по результатам анкетирования, проведенного в 1997 году, рынок дает весьма приличный доход: каждый пятый студент принимает перед экзаменом стимулирующие препараты. Девушки злоупотребляют этим чаще, чем юноши (25,7% против 15,55%), эта практика больше распространена в крупных провинциальных городах, чем в Париже, и особенно среди тех, у кого состоятельные родители. Что касается диапазона пользователей, то, по свидетельству доктора медицины из Нарбонны, он очень широк: от учеников подготовительных классов до старшекурсников, получающих диплом учителя начальной школы. Даже если речь идет о естественных науках (что неудивительно, поскольку они считаются наиболее стрессовыми), круг потребителей постоянно растет.

Как в спорте

Абсолютные чемпионы во всех категориях — студенты медицины и фармацевтики. Опрос, проведенный в 1990 году в городе Дубсе, выявил, что 42% будущих медиков и 48% будущих фармацевтов (то есть фактически каждый второй!) употребляли вещества, которые должны были повысить их шансы на экзаменах. А вот более свежие сведения: в работе, опубликованной в 2000 году, Патрик Лор, исследователь лаборатории «Стресс и общество» Реймского университета, приводит еще более конкретные цифры: из 104 опрошенных студентов медицинского факультета Нанси 58% первокурсников признались в употреблении веществ для повышения эффективности занятий (72% — во время экзаменов и 28% в течение всего учебного года).

Что же именно употребляет молодежь? Больше всего — витаминов и антиастенических препаратов (для борьбы с усталостью), а также психостимуляторов, якобы повышающих способность к концентрации и запоминанию. Около 20%, чтобы расслабиться, прибегают к конопле, а 10% — к более сильным веществам (транквилизаторам, бета-блокаторам), помогающим преодолеть стресс и замедляющим сердечный ритм. Один из студентов признался, что нюхает кокаин во время экзаменационных сессий. Амфетамины и их аналоги используют, чтобы побороть усталость. Наконец, со второго года учебы лидируют по количеству потребления транквилизаторы и антидепрессанты.

В трех из четырех случаев жертвы пагубной привычки не утруждали себя консультацией с врачом и либо покупали препараты без рецепта у «сочувствующих» аптекарей, либо доставали их через родителей и приятелей на подпольных рынках, где торгуют медикаментами, украденными из больниц.

Патрик Лор не сомневается, что в данной ситуации речь идет именно о допинге, как в спорте. «Ведь допинг, — говорит он, — это прежде всего поведение, привычка, потребление какого-

Художник П. Перевезенцев



либо продукта или вещества с целью преодолеть препятствие, в частности экзамен». Допинг абсолютно легальный (исключая, разумеется, наркотики), общество, хотя и не одобряет, само же и провоцирует. Результат: все больше студентов пользуются химическим «костылем» начиная с первых лет обучения в лицее. «Обеспокоенные подростки, подталкиваемые родителями либо привыкшие принимать лекарства с детства — возможно, продолжат принимать



«По просьбе родителей»

Действительно ли все эти препараты эффективны? По мнению Лора, их принимают не из-за реального действия, а из-за приписываемых им свойств. Для того чтобы начать употреблять то или иное средство, достаточно, чтобы кто-нибудь сказал: оно работает. Или чтобы оно помогло хотя бы одному студенту. В общем, речь идет скорее о слепой вере в чудодейственное снадобье, чем о научно доказанном эффекте.

По признанию некоторых терапевтов, они частенько прописывают учащимся препараты, призванные сыграть роль плацебо, чтобы успокоить родителей. К тому же и делается это в основном по родительской же просьбе. Фармацевтические лаборатории не творят чудес. Все предлагаемые ими психостимуляторы и антиастенические средства на самом деле просто коктейли из витаминов и минеральных солей, сдобренные некоей фирменной субстанцией. Они могут компенсировать несбалансированное питание, но никогда не сделают бездарность Эйнштейном.

Никотин и кофеин в разумных пределах (некоторые ученые советуют не превышать трех чашек кофе в день) действительно помогают бодрствовать. Однако их минимальный эффект пропадает по мере привыкания, а риск стать зависимым от вещества, потерявшего свою эффективность, велик.

Серж Ларош, руководитель лаборатории нейробиологии обучения, памяти и коммуникаций университета Париж-ХI, свидетельствует, что попытки фармацевтической индустрии и фундаментальной науки идентифицировать молекулы, способные улучшать память, на сегодня закончились провалом. Память — это сложная, еще мало изученная система, которая включает разные взаимодействующие между собой модули (сенсорная, эпизодическая, семантическая, процедурная память и др.). Ученые отдают себе отчет, что, стимулируя один вид памяти, они могут блокировать дру-

гой. Например, соматостатин, вводимый мышам в область мозга, именуемой гиппокампом, улучшает их пространственную память, но одновременно ухудшает процедурную.

Однако, по мнению того же Сержа Лароша, добиться лучшего запоминания информации все-таки можно. Для этого надо задействовать в памяти параллельные процессы, такие, как внимание или мотивация. Короче, если человек здоров, но не знает как улучшить умственные способности, ему просто нужно создать благоприятные для работы условия.

Химические амулеты

«Я не против назначения бета-блокаторов,— заявляет юный терапевт, не так давно сам сдавший свои последние экзамены. — Если пациент от волнения теряет дар речи и у него дрожат руки, ему вполне можно принять полтаблетки перед экзаменом, конечно, при условии, что он хорошо переносит это лекарство».

Действительно, бета-блокаторы необходимо принимать аккуратно, строго соблюдая рекомендации врача, поскольку они очень опасны, особенно астматикам. Слишком большая доза или прием алкоголя одновременно с лекарством могут привести к серьезным осложнениям.

То же относится и к побочным действиям амфетаминов — в 90-х годах их даже изъяли из продажи. Они давали мозгу мощную встряску и позволяли ударно работать без перерыва на сон. По воспоминаниям одного из врачей, проблема была как раз в том, что люди вообще переставали спать. Непрерывная череда медицинских осложнений (перевозбуждение, расстройства поведения, депрессии) в конце концов привела к запрещению этих продуктов. Патрик Лор подчеркивает, что беда в основном в превышении допустимой дозировки — никто же не предписывает людям выпивать сразу всю коробку, и все осведомлены о нежелательных последствиях! При использовании допинга, помимо вреда для здоровья, существует и более от-

их и позднее, в своей профессиональной жизни», — комментирует Патрик Лор и добавляет, что другая крайность — это вообще никогда не употреблять подобных средств. Расслоение на сторонников и противников лекарств формируется к моменту получения степени бакалавра (после окончания средней школы). Исследование указывает, что 87% лицеистов, использующих лекарства, сохранили эту привычку на медицинском факультете.

Название продукта	Желаемый эффект	Реальный эффект	Потенциальные осложнения (опасности)
психостимуляторы, кофеин, никотин и т.д.	продление бодрствования, борьба с бессонницей, улучшение памяти	стимулирует ЦНС и продлевает бодрствование	зависимость, бессонница, приступы раздражительности (при больших дозах), учащенное сердцебиение
антиастенические препараты, витаминные коктейли, женьшень и т.д.	борьба с усталостью, улучшение памяти	реальный эффект очень слабый, эти препараты врачи назначают скорее как плацебо	в основном — никаких (если не употреблять их в астрономических дозах и не покупать несертифицированный товар); особенно вредно злоупотребление витаминами А и D
амфетамины, кокаин	борьба с бессонницей и усталостью, создание прекрасного самочувствия на фоне стресса	маскируют усталость, не уменьшая ее	зависимость, анорексия, серьезные нервные расстройства (депрессия, приступы бреда, припадки раздражительности), истощение, бессилие
бета-блокаторы	преодоление страха, волнения	замедляют сердечный ритм и умеряют дрожь	риск сердечного приступа, тошнота, судороги
анксиолитические (устраняющие чувство тревоги) препараты	приглушить, смягчить раздражительность, беспокойство, связанное с экзаменами (транквилизаторы)	под строгим медицинским контролем анксиолитики действительно помогают купировать серьезные приступы беспокойства, тревоги	сонливость, расстройства памяти, нервные расстройства, зависимость
препараты для лечения патологических расстройств памяти (сосудорасширяющие средства — вазодилаторы)	стимуляция памяти	эти препараты априори предназначены для лечения реальных патологий и абсолютно неэффективны в случае «пустой» головы	побочные эффекты при использовании по назначению неизвестны, в остальных случаях — на свой страх и риск

даленный во времени нежелательный эффект: принимая такие препараты, люди не дают себе труда подумать о том, так ли уж они им нужны? Значит, без них они ни на что не годятся? В конечном счете, вместо того чтобы улучшить способности от природы, «молекулярные конфетки» делают человека более уязвимым.

Как заставить память работать

Никакое медицинское чудо не может удесятить ваши умственные способности, но, по крайней мере, существует несколько правил, чтобы улучшить их. Во-первых, учить понемногу. Алан Лиери, заведующий лабораторией экспериментальной психологии университета Ренн-II, уверяет, что, когда ученик читает текст в пер-

вый раз, он не запоминает больше семи простых единиц, таких, как новое слово или непривычное понятие. Поэтому Лиери советует регулярно просматривать эти понятия, записанные на карточки. Подобная гимнастика позволит памяти собирать при повторении все больше и больше информации. Нужно, чтобы студент работал с карточками (например, менял их порядок) до тех пор, пока не будет в состоянии восстановить их в первоначальном виде, не прибегая к учебнику. Если же он читает свой учебник просто так, как роман, у него появится лишь иллюзия запоминания материала, но не будет ни накопления информации, ни ее организации. Особенно важно никогда не заниматься перед телевизором или в помещении, где беседуют люди. «Как только вы слышите слова, они начинают про-

никать в лексическую память и вы теряете 40–60% эффективности занятий», — констатирует психолог. И в заключение последний совет: ничего не делайте накануне экзамена, расслабьтесь, чтобы дать организму отдохнуть. «То, что правильно организовано в памяти, — остается надолго», — говорит Лиери. Есть чем утешить самых беспокойных.

По материалам журнала «Science & Vie», № 6, 2002.
Перевод с французского
О.Рындиной

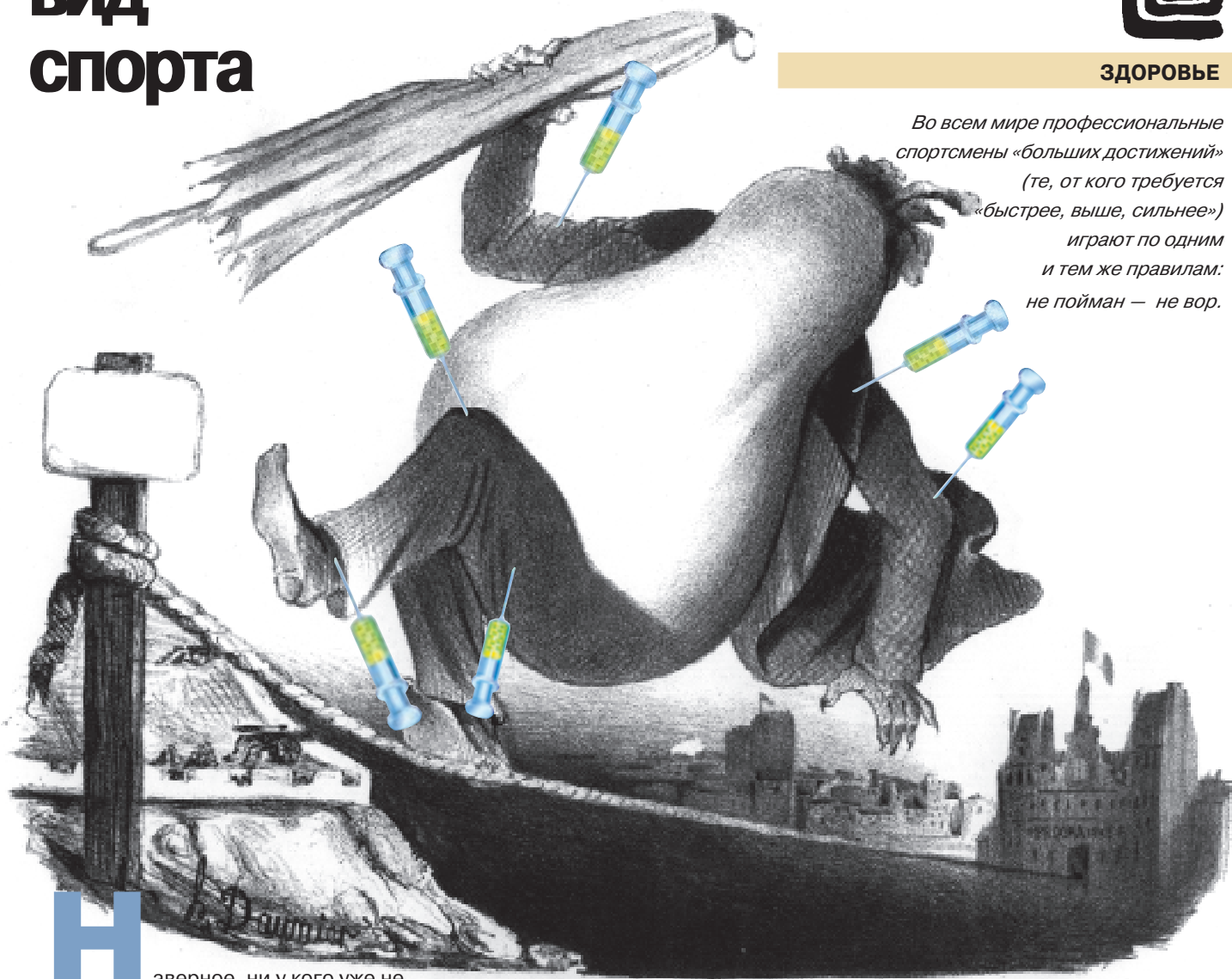


Биохимия и генетика как олимпийский вид спорта



ЗДОРОВЬЕ

Во всем мире профессиональные спортсмены «больших достижений» (те, от кого требуется «быстрее, выше, сильнее») играют по одним и тем же правилам: не пойман — не вор.



Наверное, ни у кого уже не осталось иллюзий: сегодня соревнуются не только атлеты, но и производители лыж и кроссовок, а также биохимики и спортивные врачи. Современному спортсмену нужен, помимо хорошего тренера, еще и грамотный врач. Грамотный — это тот, чьи рекомендации ведут к победе и не грозят дисквалификацией пойманного на допинге подопечного.

Один из самых скандально известных спортивных врачей Вилли Воет с удовольствием делится своим ноу-хау в книге, которая недавно вышла во Франции, а опыт у него немалый: несколько лет он «вел» знаменитую французскую команду велосипедистов «Фестина» и привел ее к замечательным результатам (правда, потом ко-

манда зарвалась, ее поймали на допинге, после чего в 1998 году разразился большой скандал с судебным процессом). И так, прописи Вилли Воета выглядят примерно так.

До больших соревнований (таких, как велогонка «Тур де Франс»):

1. Гормоны кленбутерол или нандролон 10 дней (начинать за семь дней до соревнований). Для наращивания мышечной массы.
2. Морфин 10 дней (начинать за 7 дней до соревнований). Для снятия боли при тренировках.
3. ЭПО (эритропоэтин) подкожно или внутривенно. Для повышения гематокрита (объемного процента кровяных телец в общем объеме крови).

Примерная доза — 20 единиц/кг в течение 12 дней до соревнований (с контролем гематокрита, который должен быть равен 51–52%).

4. Гормон роста (подкожно) 2 мг в день в течение 12 дней до соревнований.

Во время соревнований:

1. Гормон роста два укола каждые два дня из трех во время всей гонки. Прекратить за 4–5 дней до конца соревнований.
2. ЭПО в течение всей гонки в зависимости от гематокрита.
3. Кортикостероиды (подкожно или внутримышечно) по 5–10 мг (не больше, иначе обнаружат пики при контроле). Это компенсирует гормон роста и укрепляет мускулы.

Допинги последнего поколения (запрещены Международным олимпийским комитетом)

Лекарство	ЭПО (альфа и бета), используется с 1988 года	ЭПО ретард (NESP), используется два года	ЭПО-дельта	ЭПО омега или ЭПО мах — продается в странах Восточной Европы и Южной Америки
Оказываемый эффект	Повышенная выносливость, гипероксигенация тканей	Повышенная выносливость, гипероксигенация тканей	Выносливость, гипероксигенация тканей	Выносливость, гипероксигенация тканей
Обнаружение	Кровь, моча	Кровь, моча	Кровь, моча	Кровь, моча
Время нахождения в организме	3–10 дней в зависимости от организма и принятой дозы	Примерно 10 дней в зависимости от организма и дозы, действует дольше, чем обычный ЭПО	Так же, как обычный ЭПО. Тест на его определение в стадии разработки	Так же, как обычный ЭПО
Примечания	Одновременно с ЭПО дают большое количество препаратов железа, антикоагулянты и антихолестериновые препараты. Для того чтобы поддерживать в организме оптимальную концентрацию ЭПО, а гематокрит не поднимался выше 50% (чтобы не вызывать подозрений), спортсменов каждый день помещают в барокамеры с пониженным давлением и пониженным содержанием кислорода.	Поскольку он действует долго, нет необходимости возить его с собой на соревнования, а значит, меньше риск попасть под обыск антидопинговой полиции. Вместе с тем спортсменов ловят на нем чаще, чем на обычном ЭПО, так как они забывают о том, что он долго остается в организме.	Его делают с помощью генной инженерии в клетках человека, что должно его сделать «невидимым». Но ученые подчеркивают, что он только на 99% идентичен человеческому.	Его добывают из почек хомьяков, поэтому он больше всех отличается от человеческого и его легче всего обнаружить.

Для восстановления:

1. Тестостерон в капсулах по 50 мг после больших тренировок, чтобы привести гормоны в равновесие. Капсулы с водой, кальцием, магнием, а также железом, которое необходимо добавлять при приеме ЭПО.

Другие медикаменты:

- 1). кольтрамил — от судорог;
- 2). ноотропил проясняет мозги во время гонки;
- 3). вентолин расширяет бронхи.

Примерная стоимость некоторых препаратов: 1 укол ЭПО — 68 евро, 1 укол гормона роста — 75 евро. Велосипедисты, участвовавшие в двух больших турах, получали 130–150 уколов в год.

Поскольку используют допинг все, а ловят только некоторых, возникает законный вопрос: «Как сделать, чтобы не поймали?» Во-первых, каждая команда с достаточным бюджетом имеет собственную медицинскую лабораторию (часто передвижную), оборудованную по последнему слову техники, с приборами, откалиброванными по стандартам Международного олимпийского комитета. У кого нет собственной лаборатории, посылает пробы на срочные анализы в знаменитую частную лабораторию.

Врачи и специалисты по физической подготовке отлично знают, какие дозы препаратов можно дать спортсмену, чтобы во время контроля их не обнаружили вовсе или нашли только микроколичества (следы веществ). Например, тот же Вилли Воет утверждает, что если принимать кортикостероиды по 20–40 мг, то их легко обнаружить, а если по 5–10 мг каждые два дня, то вас не поймут. Сами биохимики признаются, что следы веществ в анализах еще не основание для дисквалификации. Да, они видят, что спортсмен принимал допинг, но цифры ниже нормы в их протоколе. Или же возможен вариант, когда цифры вполне впечатляют, однако на это вещество нет официального протокола и нормативов. Ведь для того, чтобы написать официальный протокол, врачи должны получить вещество из лаборатории и протестировать его на добровольцах — только после этого становится точно известно, как долго оно сохраняется в организме и когда его можно выявить. На каждый такой протокол могут потребоваться годы, и все это время спортсмены спокойно получают препарат из тех же лабораторий и принимают его (именно так произошло с RSR 13).

Есть и другие лазейки. Некоторые препараты контролируют нерегулярно. Это случается, когда спортивная федерация не запрашивает анализ на их присутствие или когда от него отказываются из экономических соображений. Например, специфические тесты на ЭПО стоят по 300 евро за штуку. А ведь надо еще сделать базовый контроль, который стоит примерно 200 евро, и контрольные и перекрестные экспертизы.

Результат этого большого фарса уже тоже ни для кого не секрет. Профессиональные спортсмены очень рано становятся инвалидами. Дистрофия перестимулированных и изношенных мышц (есть данные, что даже у молодых спортсменов развивается дистрофия мышц), флебиты и ишемические болезни (огромные мускулы давят на сосуды), рак яичек — об этом медики говорят открыто. Однако есть данные, что помимо этих серьезных заболеваний спортсмены, принимающие ЭПО, страдают постоянными головными болями. Причина — сгущение крови (из-за приема ЭПО и железа) и нарушение ее циркуляции в головном мозгу. В результате асфиксия и некроз тканей. Инъекции ЭПО, дающего высокий гемоглобин и много эритроци-

PFC (перфторан), продается в России	RSR 13	G-CSF	GH – рекомбинантный гормон роста	IGF-1
Повышает выносливость	Повышает выносливость	Повышает выносливость	Мощность, мускульная сила, выносливость, восстановление мускулов	Мощность, мускульная сила, выносливость, восстановление мускулов
Кровь, возможен анализ по выдыхаемому воздуху	Кровь, моча		Кровь, тест разрабатывают	Кровь
Меньше 24 часов	В течение 24 часов	Неизвестно	Максимум 20 часов после применения	Неизвестно
Если добавить его в кровь, то кислород и углекислый газ будут растворяться в ней в 20–30 раз лучше.	Используется в сочетании с ЭПО. Подобно ЭПО способствует лучшему транспорту кислорода и его лучшему усвоению клеткой. Очень эффективен, если надо поставить рекорд через час. Если не успеть, то насыщение тканей кислородом катастрофически падает вплоть до цианоза. Принимающим этот препарат надо до и после соревнований дышать кислородом.	Спортсмены используют его в сочетании с интерлейкином III и ЭПО. Был создан для антираковой терапии. Повышает количество эритроцитов и лейкоцитов (что важно при приеме кортикостероидов).	Для экспертов — это дирижер оркестра. На черном рынке можно найти гормон роста, сделанный из гипофиза трупов. Десятки детей, больных нанизмом, умерли, зараженные через этот препарат болезнью Крейтцфельда-Якоба.	Этот гормон стимулирует рост, синтез белков и проникновение глюкозы и аминокислот в клетки. Часто его комбинируют с гормоном роста.



ЗДОРОВЬЕ

тов, имеют еще один недостаток. Организм начинает требовать все больше железа, а его запас в печени небольшой. Значит, надо добавлять железо (как правило, внутривенно). Как только в организм попадает большое количество железа, его избыток начинает откладываться в печени. Врачи, наблюдающие спортсменов, говорят, что многие из них страдают циррозом печени, связанным именно с избытком железа и который проявляется только через 20–25 лет. Медики трубят тревогу, но в производстве допинга замешаны такие огромные деньги, что сделать практически ничего нельзя. Да и сами спортсмены, отлично зная, что их ждет, активно способствуют допинговому бизнесу.

Что дальше?

А дальше появятся генетически модифицированные спортсмены. Конечно, не полностью, а местами. И как только в одной из многочисленных лабораторий создадут новый препарат, можно быть уверенным, что спортсмены тут же его попробуют, не дожидаясь ни разрешений, ни клинических испытаний на людях. Отлично пони-

мая, что именно так и произойдет, Международное агентство по антидопингу в марте этого года устроило в Нью-Йорке совещание. Официальный итог: пока нет доказательств, что препараты вышли за пределы лабораторий, все исследования ведутся только на животных (за исключением таких случаев, как рак). И все же некоторые ученые считают, что уже в Олимпийских играх 2008 года будут участвовать спортсмены, использующие генетические препараты. Многие даже уверены, что по другую сторону океана кое-кто уже попробовал новые технологии, позволяющие сделать мышцы сильнее. И это несомненно на то, что ученые открыто предупреждают: они пока не могут полностью контролировать деление клеток, а значит, эти методы могут спровоцировать рост опухолей в организме.

Американские и европейские лаборатории уже вплотную подошли к решению проблемы «Как обеспечить чемпионов супермускулами и перенасытить их ткани кислородом». С 1998 года во время велосипедных гонок спортсмены принимают синтетический эритропоэтин (ЭПО). Это очень эффективный гормон, который у всех людей вырабатывается в организме,

а одержимые рекордами спортсмены принимают его дополнительно, чтобы стимулировать образование эритроцитов — главных действующих лиц в насыщении тканей кислородом. Однако недавно появились методики, позволяющие определять синтетический ЭПО в крови и моче, а значит, скоро станет все труднее ускользнуть от допинг-контроля. Вот здесь и понадобятся новые биотехнологии, которые заставят организм спортсмена производить все необходимые допинги в нужном количестве. Например, для того, чтобы заставить почечную клетку производить дополнительное количество ЭПО, надо увеличить в ней количество генов, ответственных за его выработку. Можно заставить производить ЭПО и клетки мышц. Прицепив к вирусному вектору ген, который будет производить гормон (эта технология давно отлажена), достаточно сделать укол в нужную мышцу.

Причем вовсе не обязательно использовать сложную и небезопасную методику переноса гена с помощью вируса. Можно взять маленькие кольцевые ДНК, иногда присутствующие в бактериях (их называют плазмидами) и в отличие от вирусов не убивающие клетки. В такое колечко любой

Остальные препараты: амфетамин, бета-стимуляторы, бета-блокаторы, известны давно, тесты на них хорошо отлажены, поэтому спортсмены используют их в микроколичествах.

Лекарство	АКТГ синтетический (адренокортикотрофный гормон)	Инсулин	Кортикостероиды	Нандролон
Оказываемый эффект	Обезболивающее, анаболик	Восстановление, эффект анаболика	Противовоспалительное, снятие боли, восстановление, психостимулятор	Мускульная сила, восстановление
Обнаружение	Кровь, моча	Кровь	Кровь, моча	Моча
Время нахождения в организме	Очень короткий период		От 3 дней до 3 недель	От 3 дней до 6 месяцев
Примечания	Гормон, стимулирующий надпочечники. Под действием препарата они начинают выделять кортизол и анаболики. Альтернатива кортизолу, который, после длительного приема, вообще угнетает функцию надпочечников со всеми вытекающими последствиями.	Разрешен к применению, если о болезни объявлено заранее. Очень трудно дозировать. Превышение дозы ведет к летальному исходу, но обычные дозы при больших нагрузках помогают лучшему проникновению глюкозы в клетки и оптимизации мускульных усилий. Способствует более быстрому восстановлению, но в основном инсулин используют из-за его анаболических свойств. Он стимулирует производство всех факторов роста, а как следствие увеличиваются мускульная масса и сила.	Разрешены для местного применения или по специальному медицинскому предписанию. Кортикостероиды вызывают эйфорию и бессонницу. Очень вредны для иммунитета. При длительном приеме могут спровоцировать диабет и хрупкость связок.	Лидер анаболиков старого поколения, используется до сих пор. Иногда подкидывает спортсменам неприятные сюрпризы. Дело в том, что это липофильный препарат, поэтому он откладывается в жировой прослойке атлетов вне спортивного сезона. В разгар тренировок жир тает, соответственно нандролон попадает в кровь, и его можно обнаружить даже через долгое время после приема. Иногда это бывает полной неожиданностью и для спортсмена, и для его тренеров.

биохимик легко встроит нужный ген и даже на собственной кухне вырастит сколько угодно бактерий, содержащих такие колечки. Методика проста и давно отработана. Основной риск вмешательства — это то, что в мышцах начнет вырабатываться очень много ЭПО, в результате чего появится слишком много эритроцитов. Кровь превратится в джем, а это может стать причиной сердечно-сосудистого приступа. В США эксперимент, который проводили на бабуинах, закончился тем, что им пришлось пускать кровь. Есть данные, что врачи уже научились регулировать выработку ЭПО антибиотиками семейства тетрациклинов. Правда, тесты на людях пока вроде бы не проводили.

Другой способ, которым можно улучшить кровоснабжение мышц и местное снабжение тканей кислородом, — использовать VEGF (сосудистый эндотелиальный фактор роста). Этот пре-

парат на основе соответствующего гена уже испытывали на больных с периферическим атеросклерозом и инфарктом. В обоих случаях ген VEGF, перенесенный аденовирусом, вызывал образование новых сосудов. Несмотря на вполне обнадеживающие результаты, риск тоже есть: каждое применение факторов роста вызывает деление клеток, в том числе раковых. Ходят слухи, что этот препарат уже стал причиной смерти в США нескольких спортсменов, добровольно участвовавших в эксперименте, и их семьи даже подали в суд. И все же медики и ученые не сомневаются, что им удастся сделать лекарство безопасным. Похожее действие имеет и другой препарат — FGF (фибропластный фактор роста), вызывающий образование микрососудов в тканях. Его уже опробовали на людях, страдающих склерозом периферических сосудов ног (см. «Химию и жизнь», 2002, № 9), и готовят к продаже.

Теперь об основном гормоне спортсменов — IGF-1 (инсулиноподобном факторе роста-1), который в комбинации с гормоном роста существенно увеличивает объем и силу мышц. До настоящего времени спортсмены применяли гормон, сделанный генетиками. К сожалению, есть подозрение, что его побочный эффект — рост опухолей, поэтому было бы хорошо, если бы IGF-1 производили сами мускулы спортсмена. Двум исследовательским коллективам (Европейской Лаборатории молекулярной биологии в Монтеротондо (Италия) и подразделению UMR 7000 французского Национального центра научных исследований) удалось выделить изоформу из IGF-1 — специфический «мускульный» IGF.

Дело в том, что поврежденный мускул для восстановления вырабатывает собственный IGF-1. Ученые выделили эту мускульную форму гормона (miff-1) у мышеч с поврежденными

	Актовегин, используется в сочетании с ЭПО
	Мышечная сила, маскирующий препарат
	Неизвестно
	Старый препарат, используется с конца 1980-х годов. Есть данные, что актовегин улучшает вязкость крови, транспорт кислорода и проникновение глюкозы. Он разжижает кровь и может заменить аспирин, которые принимают спортсмены, чтобы замаскировать прием ЭПО.

Статья подготовлена по материалам научно-популярного журнала «Sciences et Avenir» 2002, № 8. После очередных олимпийских игр, сопровождавшихся скандалом, наша редакция тоже пыталась найти специалиста, способного прокомментировать эту проблему, но почему-то никто не захотел...



ЗДОРОВЬЕ

добные результаты с помощью многочисленных гормонов семейства IGF, участвующих в развитии эмбрионов.

Гораздо дальше продвинулись исследования по клеточной терапии, так как она куда проще и безопасней. Например, берут несколько клеток хряща, из них выращивают клеточную культуру и впрыскивают ее обратно — хрящ становится прочнее. Такое вмешательство уже практикуется в Страсбурге для более быстрого восстановления футболистов.

Еще одно слабое место спортсменов — сухожилия. Это и понятно, ведь если мышцы спортсмены активно укрепляют (наращивая их массу с помощью различных препаратов и доводя их специальными методиками до грани разрыва, чтобы потом они быстрее росли), то сухожилия натренировать нельзя. Трудно себе представить, каким перегрузкам они подвергаются. Еще несколько лет назад при старте на 100 метров нагрузка на голень была 800 кг. Сегодня стартовый толчок равен 2 тоннам! Ученые лаборатории биомеханики в Монпелье измерили эти значения у спринтера, пробегающего 100 м за 10,3 сек. Неудивительно, что сухожилия — первое, что приходит в негодность, и тот, кто придумает, как повысить их прочность и быстрее восстанавливать, имеет шансы вырваться вперед. Во Франции уже есть интересные методы, которые сейчас испытывают на животных, а лет через пять начнут пробовать и на людях. Новая технология предполагает впрыскивать прямо в растянутое сухожилие ДНК или вектор, который заставит работать ген, кодирующий фактор роста типа IGF-1. Он и спровоцирует быстрое заживление и выздоровление через 15 дней вместо месяца. Конечно, вылечить полные разрывы будет сложнее, но и здесь есть кое-какие возможности: можно взять клетки из здоровой связки и вырастить культуру теноцитов (клетки сухожилий). Опыты на кроликах показали, что после инъекций теноциты начинают активно размножаться в месте разрыва. Осталось только найти фактор

роста, который ускорил бы заживление.

Перенасыщение тканей кислородом и экстремальное развитие мускулов — не единственные направления, которые разрабатывают ученые для модификации спортсменов. Можно придумать гораздо более сложные и тонкие вмешательства в организм. Например, известно, что у человека есть два типа мышечных волокон — одни медленные, другие быстрые (см. «Химию и жизнь», 2002, № 10). Это то, что формирует спринтера или марафонца. Можно было бы подумать о том, чтобы изменять по желанию какой-либо тип волокон. Пока это проект нереальный, но, вероятно, и не совсем утопичный. Как только ученым удастся изолировать ген, ответственный за дифференциацию мышечных клеток в быстрых и медленных волокнах, они смогут сказать, насколько данный спортсмен предрасположен к коротким или длительным усилиям. Не исключено, что удастся использовать биотехнологии и для того, чтобы получать младенцев с уже заданными свойствами мышц или помочь спортсмену подпрыгнуть на высоту 3,5 метра, пересадив ему ген в десять раз более «взрывного» миозина 2b (белка, участвующего в сокращении мышц) от мышки, плюс к человеческому миозину 2x. Видимо, в ближайшем будущем станут возможны и другие фантастические вещи, которые вчера нам и не снились. Пока же исследования идут полным ходом, и можно не сомневаться, что некоторые спортсмены уже попробовали или вот-вот попробуют их результаты на себе, выступив в качестве подопытных животных. Никто не называет конкретных имен ученых, но в профессиональной среде хорошо известно, в какие лаборатории уже обращались с подобными просьбами. Еще немного, и победить будет тот, у кого будет лучший генетик, а не химик.

В. Благутина

мышцами и прицепили ген, ответственный за производство тифф-1, к аденовирусу. После уколов с этим препаратом взрослые мышки набирали дополнительно почти 27% мышечной массы. С молодыми животными методика работала хуже, они набирали только 15%. Подопытные мышки Шварценегеры становились на глазах сильнее и толще, даже выполняя минимальное количество упражнений.

В этой области есть еще интересные разработки, связанные с MGF (механическим фактором роста), производным того же IGF-1. Этот гормон также вырабатывается нашим организмом, когда мускулы напряженно работают или повреждены, поскольку он ответствен за восстановление и поддержание их в форме. Впрыснув MGF в мышцы мышек, ученые констатировали, что через две недели их мышечная масса увеличилась на 20%. Некоторые исследователи пытаются получить по-



Разные разности

Выпуск подготовили

**М.Егорова,
Е.Лозовская,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская**

Самая распространенная теория эволюции галактик утверждает, что крупнейшие из них образовались последними. Крошечная юная галактика опровергает эту теорию.

Звездная система РОХ 186 — небольшое скопление из десяти миллионов звезд (это всего одна десятитысячная массы Млечного Пути). Если посмотреть на нее в телескоп с Земли, то, как и другие похожие объекты, называемые «ультракомпактными синими карликами», она будет выглядеть тусклым пятнышком. Чтобы исследовать истинную ее природу, астрономы М.Корбин из США и У.Вакка из Германии использовали острое зрение телескопа Хаббла. На фотографиях, которые опубликованы в «The Astrophysical Journal», можно увидеть не только искривленную форму галактики — намек на недавнее слияние звездных скоплений, но и узел в ее ядре, где происходит энергичное рождение звезд. Все это свидетельствует о том, что галактика очень молода.

Ученые предполагают, что два субгалактических скопления звезд, размером в 300 световых лет, столкнулись и дали жизнь РОХ 186 не более 100 миллионов лет назад. По космическим масштабам возраст достаточно юный, чтобы внутри галактики наступило затишье. Сама же она расположена в огромном пузыре размером в 30 миллионов световых лет — одной из бесчисленных пустот в космической сети галактик.

Полученные изображения — аргумент в пользу новой теории, появившейся около шести лет назад. Она утверждает, что именно крошечные, а не массивные галактики родились последними.

Астроном Д.Ку из Калифорнии считает, что один объект — это еще не доказательство. Нужно исследовать и других синих карликов, чтобы отыскать признаки слияния галактик («The AAAS Science News Service», 2002, 31 августа).



Если вас мучает бессонница, не стоит считать слонов или представлять себе просторы океана. Достаточно прослушать компакт-диск, на котором записана «Музыка мозга» — электроэнцефалограмма, преобразованная с помощью компьютера в музыкальную композицию. «Это может быть и настоящая какофония, — говорит автор работы, профессор психиатрии университета Торонто Л.Каюмов. — Но даже такая музыка позволяет заснуть быстрее».

В эксперименте участвовали десять человек, чьи энцефалограммы были записаны на диски. Каждый из них слушал собственное «произведение». Восемь человек из контрольной группы довольствовались чужими. В течение 30 дней перед сном испытуемые, следуя инструкции, прослушивали выданный им диск. На запястье у каждого было закреплено устройство, которое измеряло степень их активности во время сна.

Оказалось, что оставшиеся наедине с деятельностью собственного мозга засыпали в три раза быстрее и спали дольше, чем представители контрольной группы. Они просыпались за ночь всего однажды, тогда как в начале эксперимента бывало, что и по пять раз. Их мозг генерировал больше волн, связанных с релаксацией и глубоким сном.

Мозговая активность во время сна имеет общие для всех людей характеристики, но полная картина индивидуальна и, более того, остается почти постоянной в течение многих лет. Поэтому записанный однажды диск пригодится надолго. Он может дополнить успокаивающие средства и лекарства от бессонницы.

Каюмов ищет новые области применения ЭЭГ-музыки. Обычная музыка способна отвлекать от боли, и это ее свойство порой используют после операций. Возможно, мелодии мозга помогут и здесь («Wired News», 2002, 5 сентября).



Самый опасный тип вулканических извержений — так называемый коллапс купола, при котором купол вулкана внезапно разрушается. За последнее столетие именно такие извержения принесли больше всего зла: на их счету две трети погибших. Убивает людей, главным образом, не раскаленная лава, а облако ядовитых газов, горячей золы и камней, летящих со скоростью около 100 километров в час. Исследователи А.Мэтью и Дж.Барклай из Университета Восточной Англии предполагают, что подтолкнуть взрыв купола могут ливни.

Ученые пронаблюдали за жизнью вулкана на острове Монтсеррат в Карибском море и заметили, что последние три его извержения связаны с плохой погодой. После трехсотлетнего перерыва вулкан проснулся в июле прошлого года. Это «совпало с первым сильным ливнем за семь месяцев, и через час после его начала вулканический купол взорвался», — говорит Мэтью. Два предыдущих извержения также сопровождались сильными ливнями. Авторы работы полагают, что дождь мог сыграть решающую роль при пробуждении других вулканов: известна статистическая взаимосвязь между самым влажным временем года и извержениями на Этне и Святой Елене, но механизм ее не очень понятен.

Теперь ученые пытаются выяснить, почему дождь вызывает коллапс вулканического купола. Вероятно, в трещины просачивается много воды, которая тут же испаряется жаром от раскаленных камней. Стремительный рост давления приводит к извержению.

Р.Хельц, геолог из Вирджинии (США), замечает, что «купол в конечном счете разрушится и без ливня, который играет роль последней капли». Если, используя прогноз погоды, можно будет предсказать извержение вулкана, жизнь многих людей будет спасена («New Scientist», 2002, 4 сентября).



Недавно обнаруженные амазонские пчелы — шварцулы — разводят в своем гнезде насекомых-щитовок, а те обеспечивают хозяев едой и строительными материалами. Подобное «животноводческое» хозяйство у пчел исследователи наблюдают впервые.

Шварцула невелика, полсантиметра в длину. Она устраивает гнезда в дырах, которые делают в деревьях гусеницы. В каждом гнезде живет около 200 щитовок вида криптостигма. Щитовка кормится соком деревьев и выделяет лишний сахар в виде раствора — медвяной росы. Пчелы едят его и превращают в мед, не давая насекомому утонуть в собственных отходах.

«У пчел в гнезде есть постоянный запас пищи, — говорит бразильский биолог Д. Камарго. — За это они обеспечивают щитовкам санитарную и безопасность». Кроме того, криптостигма выделяет воск из расположенных на спине желез. Пчелы соскребают его и используют для строительства гнезд. Они и сами могут производить воск, но расходуют его очень скупно, часто смешивая со смолой деревьев, пылью и выделениями.

«Воск — очень хороший, но дорогой строительный материал», — поясняет энтомолог Ф. Ратникс из Университета в Шеффилде (Великобритания). Но шварцуле нет необходимости готовить его самой, поскольку благодаря жильцам «у нее так много воска, что она не знает, что с ним делать». Она кладет его на хранение в трещины деревьев, откуда другие виды пчел часто крадут ценное вещество.

Шварцула получает весь сахар дома, но вынуждена улетать за другими запасами. В гнездо пчелы приносят богатую белком пыльцу, не отказываются и от человеческого пота — источника соли («Nature News Service», 2002, 28 августа).

Инженеры японской компании «Шарп» разработали кондиционер воздуха, который позволит очищать его от вирусов, бактерий, грибков и неприятных запахов. Специалисты компании вместе с группой ученых из Университета Китасато предложили использовать в нем так называемую плазмокластерную очистку.

Установка производит положительные и отрицательные ионы, которые взаимодействуют с частицами в воздухе, в том числе и с микробами. По мнению авторов разработки, вирусы гриппа и Коксаки (частые виновники простуд), а также бактерии (например, стафилококки) заряжены. Ионы притягиваются к ним, разрушают белки на их поверхности и не позволяют им размножаться или проникать в клетки организма.

«Впервые изготовители электронной аппаратуры научно доказали, что предложенный ими прибор эффективно уничтожает бактерий и вирусы гриппа», — говорят представители «Шарп». В лабораторных условиях прибор истребляет 99% вирусов.

Д. Оксфорд из Лондонской школы медицины и стоматологии не отрицает, что система очистки воздуха будет полезна в самолетах, в приемных у врачей. Легче всего инактивировать грипп, потому что это довольно хрупкий вирус. Однако Э. Круден из Университета Глазго в Шотландии напоминает, что многие инфекции передаются контактным путем, поэтому возможность заражения останется даже после антимикробного кондиционирования («New Scientist», 2002, 11 сентября).

Предки человека неплохо умели делать каменные орудия, однако не догадывались, что можно собрать набор инструментов.

В индийском штате Карнатака археологи проводят раскопки «каменоломни» ашельского периода раннего палеолита. Находки позволяют утверждать, что люди, жившие около миллиона лет назад, представители вида *Homo erectus*, умели делать примитивные каменные орудия, которые использовали для обработки мяса, древесины и растений. Но предки не понимали, что сделанные инструменты можно сохранить на будущее.

Большая часть найденных орудий труда разбросана в радиусе одного-двух километров от места производства. Скорее всего, после выполнения какой-либо задачи инструменты просто выбрасывали. Исследователи считают, что мыслительные способности человека не были достаточно развиты, чтобы строить планы на будущее. Их мозг был вдвое меньше, чем у современных людей, и в мышлении отсутствовали элементы, необходимые для лучшего использования результатов собственного труда.

М. Петраглиа из Центра изучения развития человека в Кембриджском университете (Великобритания) полагает, что проведенная работа позволяет по-новому взглянуть на эволюцию человеческого мышления: возможно, поведение менялось не плавно, а большими скачками по мере того, как размер мозга приближался к современному («BBC News Service», 2002, 12 сентября).

Люди, страдающие диабетом, должны регулярно сдавать кровь на анализ, чтобы измерить в ней содержание сахара. Есть и другие, безболезненные методы контроля, но они менее точны. Д. Кот из Техасского университета и М. Пишко из Университета Пенсильвании (США) предлагают новый способ: наносить диабетикам татуировку, которая сообщит о количестве глюкозы в организме.

Когда делают обычную наколку, в кожу втирают частички краски. Они проникают в особые клетки и остаются там на всю жизнь. Для татуировки-сенсора под кожу вводят «бусинки» из полиэтиленгликоля, покрытые молекулами флуоресцирующего вещества. Чем ниже содержание глюкозы, тем ярче свечение. Степень яркости можно измерить специальным устройством и получить данные о содержании сахара. Такое устройство можно вмонтировать, например, в часы.

Бусины полиэтиленгликоля больше частичек краски, поэтому они не проникают в клетки, а остаются в межклеточной жидкости. По мнению доктора Кота, это очень важно, «поскольку уровень глюкозы в межклеточной жидкости напрямую связан с ее содержанием в крови; в самой клетке содержание глюкозы практически невозможно измерить, так как она быстро расходуется». Татуировку лучше всего нанести на живот или плечо: ее действие основано на флуоресценции, поэтому следует избегать постоянного воздействия солнечных лучей.

Эксперименты были проведены на татуированных крысах, которым делали инъекции глюкозы. Полученные результаты обнадеживают, однако применить новую методику на практике можно будет лишь после дополнительных испытаний («BBC News», 2002, 1 сентября).



Водный гиацинт в гептиловом болоте

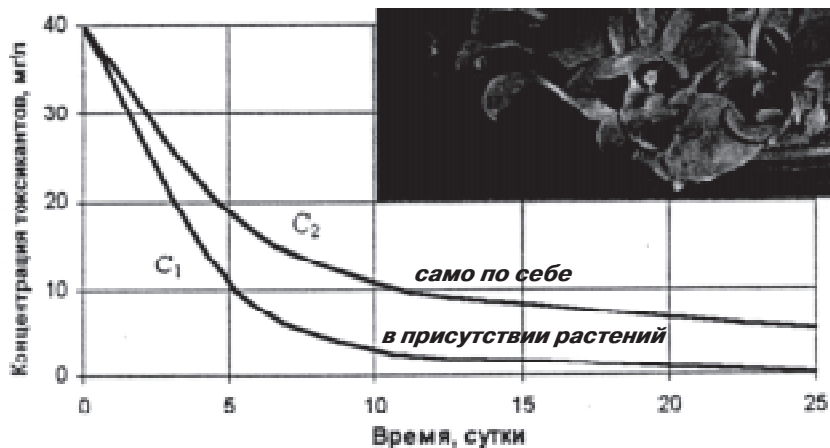
Постановка задачи

Дано: лучшее в мире ракетное топливо, с помощью которого на орбиту выводят космические корабли. Через некоторое время от ракетносителя отделяется первая ступень и падает на землю. Поскольку топливо наливают с запасом, оно сгорает не полностью и после падения выливается.

Проблема: топливо очень ядовито. Там, где случались крупные аварии и на землю попало много топлива, лес остается мертвым на протяжении десятилетий. Обычно же в первой ступени ракеты остается полторы тонны топлива, и оно образует пятно диаметром в сотню метров. Поскольку ежегодно на космодромах Байконур и Плесецк происходит несколько десятков запусков, каждый год в районах падения появляется несколько десятков новых пятен с отравленным грунтом или, что еще неприятнее, водой. Вопрос: как бороться с рукотворным бедствием?

Загнанные ракеты сдают в металлолом — не правда ли

Первая ступень ракеты падает с высоты примерно двадцать километров. После падения ступень, а она представляет собой длинный цилиндрический топливный бак с двигательным отсеком, может разрушиться. (А может и остаться целой, это уж кому какое счастье выпадет.) К моменту падения в баке еще есть топливо — керосин или гептил (несимметричный диметилгидразин — $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$), а также окислитель — жидкий кислород либо оксид азота. Если ступень разрушилась, то окислитель довольно быстро испарится, а вот горючее выльется на месте падения. И дальше начинаются многолетние проблемы. Например, исследования, которые провели ученые из Института биологии Коми НЦ УрО РАН, показали, что лес в месте больших проливов топлива полностью восстанавливается лишь спустя двадцать лет, а до этого деревья растут значительно медленнее, чем положено.



Так уменьшается концентрация несимметричного диметилгидразина



Три пути борьбы с топливом

С топливом, которое осталось в баке, можно бороться по-разному. Во-первых, попробовать его выжечь. Во-вторых, попытаться собрать. А в-третьих — дезактивировать на месте разлива.

Довольно скоро после возникновения проблемы оказалось, что первый путь к безусловному успеху не ведет — система выжигания топлива оказалась не такой простой и эффективной, как хотелось бы. Ведь надо успеть завершить процесс за те пять минут, которые нужны баку, чтобы упасть на Землю. Несколько больше шансов на внедрение имеет способ превращения за это время жидкого топлива в твердое вещество. Ученые из 4-го ЦНИИ Минобороны, что в подмосковном городе Юбилейном, предлагают использовать для этого чрезвычайно легкое и пористое вещество. После того как двигатель закончил работать, а ступень ракеты отделилась и начала падать, в бак вдувают высокопористый графитовый пух. Его получают в легком компактном генераторе из интеркалированного графита (см. «Химию и жизнь», 2001, № 7–8). Это вещество приходит в соприкосновение с топливом и, благодаря огромной поверхности пор, полностью вбирает в себя несгоревшие остатки. Теперь при падении гептил из бака не вытекает. Графит же можно собрать и потом выжечь из него топливо на полигоне.

Другой способ убрать пролившееся топливо — засыпать его сорбирующим веществом. Здесь тоже весьма подходит пористый графит, из которого делают порошок сорбента для сбора с поверхности воды нефтяной пленки. В число современных способов входит и использование полимерных пен. Их можно получать прямо на месте с помощью переносного пеногенератора. Один кубометр такой пены собирает до 300 кг горючего. Увы, с растворенными компонентами ракетного топлива сорбенты справиться не могут.



Вообще-то упавшую ступень положено отыскать, вертолетом доставить к месту сбора, где нейтрализовать и утилизировать: ведь она содержит много ценных материалов. Однако в нынешние времена судьба ступени зависит от того, где она упала. Например, в Казахстане это — ценнейшая добыча «черных» сборщиков цветных металлов, которая способна обеспечить безбедное существование целой бригады в течение года. Поэтому неудивительно, что, когда расчет поиска упавших ступеней прибывает к месту падения, они порой застают людей, режущих обломки прямо в рыжем дыму испаряющегося оксида азота.

В Архангельской области или Республике Коми так утилизировать упавшие ступени народу не удастся — по тайге ездить на вездеходе столь же

свободно, как по степи, невозможно. Поэтому здесь упавшие ступени успевают собрать и складировать.

А вот с разливом топлива на севере бороться значительно сложнее — там много воды, а разлившийся по болоту или озеру гептил прекрасно растворяется в ней. Если полторы тонны топлива растворятся в озере диаметром в сотню метров и глубиной метра в три, то в одном литре воды его окажется 50 мг. В литре воды километрового озера концентрация будет меньше — 0,5 мг. Это все равно очень много, ведь ПДК для гептила равна 0,02 мг на литр воды и 0,1 мг на килограмм грунта. Кроме того, часть топлива успевает окислиться. Вещества, которые при этом получаются — нитрозодиметиламин, диметиламин, формальдегид, — в свою очередь не менее ядовиты, да еще и канцерогенны.

Обезвреживание токсичного ракетного топлива химическими реактивами — традиционный способ защиты окружающей среды. Раньше для этого применяли хлорку, она же гипохлорит кальция, — жесткий окислитель, который в основном нейтрализует гептил за несколько месяцев. После обработки грунта или болота такими химикалиями получается мертвое вещество. Однако недавно разработан и прошел полевые испытания способ очистки грунта от гептила с помощью другого окислителя, пероксида кальция. Грязное пятно грунта засыпают реактивом на его основе, перепахивают и обильно поливают водой. Через 2–3 месяца содержание гептила и токсичных продуктов его окисления оказывается близким к предельно допустимым концентрациям. И растительность, и грунт, а равно и прочая живность, обитающая в нем, продолжают свою обычную жизнь, так как продукт разложения пероксида кальция — окись и гидроокись кальция. В отличие от хлорки эти вещества — не враги живого. Однако опять то, что хорошо в степи, трудно сделать в тайге или тундре. Значит, нужно идти другим путем.

Химик-ботаник

Выход из наметившегося тупика подсказал опыт очистки сточных вод. Правда, при этом химикам-топливникам пришлось переквалифицироваться в ботаников.

Внимательно изучив возможные биологические способы очистки, они выяснили, что, во-первых, существует группа растений, которые очищают водоемы, обогащая воду кислородом. В список таких растений-оксигенаторов входят: элодея канадская, фонтаналис противопожарный, болотник, болотница игольчатая, или тиллея. Они борются с органическим загрязнением пассивно, то есть вырабатывая окисляющий органику кислород.

Во-вторых, оказалось, что многие водоросли и некоторые высшие водоплавающие растения питаются солями и органическими веществами, которые растворены в воде. С помощью корневой системы и лежащих на воде листьев растения усваивают неорганический углерод карбонатов, минеральные соли, низкомолекулярные углеводы, аминокислоты. На фоне многочисленных примесей органических веществ, содержащихся в водоемах, ядовитые компоненты топлива не представляют собой чего-то выдающегося. Это такие же органи-

ческие вещества, они состоят из азота, кислорода и углерода, выстроенных в не очень длинную углеводородную цепочку. То есть растение вполне может воспринимать их как обычную пищу и бороться с загрязнением уже активно, поглощая, расщепляя на составляющие и используя для своих нужд.

И тут пора начать рассказ об одном из рекордсменов в деле утилизации растворенной в воде органики — об эйхорнии из семейства понтедериевых, или водном гиацинте.

Родина эйхорнии — тропики Латинской Америки. Каждый, кто смотрел фильмы о путешествиях в джунглях Амазонки, видел, как люди на лодках плывут по обширным заводям, заселенным изящными растениями. Их кустики легко скатываются с весел и быстро затягивают оставленный лодкой след. Именно так, подобно привычной нам ряске, эйхорния живет на поверхности воды. Правда, с тропическим размахом: величина взрослого растения измеряется десятками сантиметров. На воде эту кучу листьев удерживают воздушные пузыри — раздувшиеся основания черешков. У этих же черешков зарождаются и маленькие водные гиацинты, которые потом отпочковываются от взрослого растения. Вегетативный способ размножения и дает возможность растению быстро распространяться по поверхности любой воды, лишь бы она была богата пищей. Корни эйхорнии, похожие на бороду, висят в толще воды, извлекая оттуда корм.

Как оказалось, это растение практически всеядно. Эйхорния хватается за любую органику, с легкостью ее усваивая. Более того, выбрав все питание из воды, скажем, пруда, оно станет извлекать вещества со дна, растворяя придонный ил. За сезон водные гиацинты способны углубить дно грязного водоема на добрых полметра, и сейчас прожорливость эйхорнии используют при очистке прудов.

Вот эти необычные свойства и обеспечили растению большую популярность в нашей стране. Шествие водного гиацинта началось в конце восьмидесятых годов, когда ставропольский селекционер и изобретатель Борис Рыженко предложил с его помощью утилизировать нечистоты. С тех пор выяснилось, что это растение поглощает фенол, сульфаты, фосфаты, нефтепродукты и поверхностно-активные вещества. Как это ни удивительно, тропическое растение благодаря долгому летнему дню неплохо прижилось даже в Заполярье, где оно чистит от дубильных веществ

сточные воды Сыктывкарского целлюлозно-бумажного комбината. Еще в список промышленных подвигов эйхорнии в нашей стране входит работа на Братском деревоперерабатывающем комплексе, Кудряшовском свинокомплексе и на доочистке стоков перед их возвратом в производство на «ЛУКОЙЛ-Пермьоргсинтезе». Эйхорния весьма охотно накапливает и ионы металлов, поэтому она неплохо чистит воду от радионуклидов.

Самое главное, что водный гиацинт в наших условиях не способен ни давать семян, ни переживать зиму. Поэтому нет угрозы, что агрессивный пришелец, вырвавшись на свободу, заполнит российские пруды и озера, как это случилось в более теплых странах. Не случайно большая часть научных публикаций в мире про водный гиацинт посвящена не способам его выращивания, а, наоборот, методам уничтожения.

Зеленая смерть гептила

Итак, именно эйхорнию военные химики, переквалифицировавшиеся в ботаников, и решили применить для очистки северных болот и озер в районах падения ракет. Идея была проста: взять несколько тонн водного гиацинта, благо, его уже выращивают в промышленном количестве, на вертолете доставить до места да там и выбросить. Два месяца растения будут бороться с остатками топлива, а зимой погибнут, оставив очищенный водоем и перегной. Однако сколько чистой воды будет после этого вода?

Чтобы это выяснить, провели эксперименты. Оказалось, что эйхорния способна жить в болоте, где концентрация несимметричного диметилгидразина составляет 300–400 мг/л. При большей концентрации растения все же гибнут. Продукты распада гептила оказывают на эйхорнию более губительное действие: для диметилamina предельная доза оказалась равна 80–100 мг/л, для формальдегида — 10 мг/л, а для нитрозодиметиламина — 5–10 мг/л. Однако если концентрация вредного вещества в воде составляет половину этой дозы, то уже через пятнадцать дней растение его сокращает на 90%, а спустя 25 дней вода приходит в норму. Если ничего с водой, в которой растворилось топливо, не делать, то концентрация ядов тоже уменьшается, но через те же 25 дней их содержание превышает ПДК в сто раз, а кривая выходит на плато (см. рисунок). Дальнейшая самоочистка растягивается на годы. Расчет показал: чтобы за лето полностью

удалить из воды десять граммов диметилгидразина, требуется один килограмм водных гиацинтов. Самое главное в том, что растение разлагает компоненты топлива на составляющие, которые потом использует для строительства собственных клеток. Оно не накапливает в себе яды и не выделяет их через листья.

Так себя вела эйхорния в лаборатории. Однако на воле все может быть по-иному: вдруг гептил покажется растению менее вкусным, чем компоненты донного ила, и будет оно питаться этим илом, а топливо останется целым и невредимым? Ответ на этот вопрос дала вторая серия экспериментов, которые провели на природной болотной воде. В общем-то, поведение растения не изменилось: за положенный месяц вода была очищена.

От топлива к биотехнологии

За время работы с эйхорнией химики-ботаники накопили немалый опыт. В частности, сумели добиться от любимого растения редкостного результата: оно буйно зацвело в неволе.

Закончив с исследованием отношений между эйхорнией и гептилом, ученые задумались: а где бы еще можно применить полученные знания? Ведь в их руках оказалась готовая технология содержания водного гиацинта круглый год в закрытом помещении. Если растение разлагает и гептил, и формальдегид, и диметиламин, значит, есть смысл попробовать уничтожать еще какую-нибудь неприятную органику, то есть заняться нейтрализацией промышленных стоков. Главное условие эффективности технологии — чтобы стоков было не очень много, а состав растворенных веществ — сложен. Нейтрализовать химическими методами коктейль из активных органических веществ весьма непросто, а для растения всё едино — это пища.

Как может выглядеть такая очистная станция? Как каскад небольших бассейнов в теплице, в которые высаживают водной гиацинт. Сточная вода подается в первый бассейн и перетекает из одного резервуара в другой, постепенно очищаясь. На выходе в ней нет ни органических веществ, ни солей, ни ионов тяжелых металлов. Размножившиеся растения переселяют в другой бассейн. Теплица поддерживает комфортную температуру, а лампы дневного света обеспечивают освещение с правильным спектром.



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

По мнению авторов идеи, затраты на такую теплицу с эйхорнией не идут ни в какое сравнение со стоимостью других методов очистки, а пригодится эта экологически совершенно чистая технология, скорее всего, в фармацевтической промышленности, где есть стоки, содержащие целый букет сложных и вредных веществ.

Казалось бы, дело нехитрое — купил водный гиацинт на Птичьем рынке в Москве, сделал теплицу и чисти себе сточные воды предприятия. Однако следует иметь в виду, что в каждом отдельном случае технологию надо отлаживать: ведь растению то или иное вещество может показаться несъедобным. И необходимые методики для отладки придется либо разрабатывать самому, либо восполь-

зоваться знаниями тех людей, которые уже изучили множество нюансов поведения водного гиацинта.

Справка

Технологии сорбции гептила в баках ракет, детоксикации грунта от гептила пероксидом кальция и очистки воды водоемов с помощью эйхорнии разработали химики-топливники 4-го ЦНИИ Минобороны под руководством доктора технических наук Николая Александровича Кручинина и кандидата технических наук Ивана Ивановича Глухарева. С ними можно связаться по адресу org@sipria.msk.ru.



Спирт из водного гиацинта

Индийские биохимики из Ассамской региональной исследовательской лаборатории под руководством доктора Дж.Н.Нигама разработали метод производства этилового спирта из водного гиацинта — быстрорастущего растения, которое заполнило водоемы во многих странах мира.

Эта технология позволяет использовать его для производства экологически чистого автомобильного топлива, а используют в ней дрожжи вида *Pichia stipitis*, которые, в отличие от обычных пекарских, могут сбраживать не только глюкозу, но и другие сахара.

Сначала растение высушивают. Затем сухую массу вываривают в серной кислоте. При этом проходит кислый гидролиз и получается гидролизат. Его кипятят и обрабатывают негашеной известью с добавлением сульфата натрия, то есть удаляют ядовитые вещества. Полученная масса представляет собой смесь сахаров, наполовину состоящую из ксилитозы.

Наконец, начинается стадия ферментативной обработки: в смесь добавляют вытяжку из дрожжей вида *Pichia stipitis*. Содержащиеся в ней ферменты — биологические катализаторы стимулируют превращение этих многочисленных сахаров. После перегонки получается технический спирт, который можно использовать как автомобильное топливо.

А.Ермаков

Доктор химических наук
Ю.Д.Третьяков

Керамика

наших

дней



Взгляд назад — по оси времени

Под керамикой традиционно понимали изделия и материалы, которые получают спеканием глины и их смесей с другими минералами. А пластичность глины человек использовал на самой заре своего существования: первые изделия из глины — это скульптуры людей и животных, палеолит. Оставалось немного — сделать свое творение прочным. Наш предок дождался позднего палеолита и сунул фигурку в костер, а в неолите он уже всюду применял обжиг глиняных изделий. Так появилась глиняная посуда, что существенно расширило рацион древнего человека. Однако не хлебом единым питался пращур — в музее Иерусалима хранится керамическая маска, найденная в Иерихоне. Радиографический анализ позволил установить ее возраст (8500 лет) и исключительную сложность технологии изготовления. Глинобитные жилища, обожженные снаружи кострами, — первый пример применения керамики в качестве строительного материала (IV–III вв. до н.э.). Терракотовые архитектурные детали, черепица, водопроводные трубы изготавливали и в Древней Греции, и в Древнем Риме. Испытание на срок службы прошло успешно — своды перекрытий, пролеты мостов и акведуки работают по сей день.

Приход высоких технологий

Трудно установить точно, когда возникла керамика, теперь называемая высокотехнологичной. Возможно, это

был карбид кремния, его производство в Америке освоили почти 100 лет назад. В качестве нагревателей высокотемпературных печей этот материал используется по сей день, а на заре XX века, в 1922 году, с его помощью О.В.Лосев (в МГУ) открыл генерацию электромагнитных колебаний в радио- и оптическом диапазоне при прохождении постоянного тока через полупроводник, то есть, по существу, создал первый светодиод. Уже тогда керамикой называли не только материалы, изготовленные из глины, но и полученные из оксидов, карбидов, нитридов и т. д. Во второй половине века главным направлением развития высокотехнологичной керамики стали материалы для элементов электронной техники — сначала электронных ламп, резисторов и конденсаторов, потом термисторов, варисторов и интегральных схем. Сейчас под керамикой понимают любые поликристаллические материалы, получаемые спеканием неметаллических порошков.

Керамика как замена всего на свете

Керамика способна работать при более высоких температурах, чем металлы, например температура плавления карбида гафния (3930°C) на 250° выше, чем у вольфрама. Многие керамики не окисляются, у самых распространенных — оксидов алюминия и магния — термостойкость выше, чем у сталей, а у некоторых модуль упругости на порядок выше, чем у метал-

лов. Приборы на ее основе — например, термисторы и варисторы — выдерживают большие дозы радиации. Существуют керамики как с большими, так и малыми (даже отрицательными) значениями коэффициента термического расширения, среди керамики есть диэлектрики, полупроводники, проводники и сверхпроводники. Некоторые хорошо совмещаются с биологическими объектами, это позволяет использовать их в медицине для имплантации (мы писали об этом в февральском номере «Химии и жизни»). Наконец, керамика может иметь разные свойства в пределах одной и той же химической композиции, например пластинка может на одном конце иметь свойства проводника, а на другом — полупроводника.

Поэтому среди множества видов керамики почти всегда можно найти такую, которая заменяет данный металл или полимер, а вот обратное возможно не всегда. Вдобавок многие виды керамики изготавливают из легкодоступного сырья, а технологический процесс зачастую менее энергоемок, чем производство металлов, и меньше загрязняет окружающую среду.

Какая она бывает

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА

Материалы делятся на проводники, полупроводники, диэлектрики и сверхпроводники. Керамику сравнительно редко используют как проводник, хотя известны ее разновиднос-



Изразцы
Иосифо-Волоколамского
монастыря, XV век



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

водимостью, но без электронной проводимости. Причем в отличие от жидких электролитов проводимость многих керамических электролитов униполярна — они проводят ток в одном направлении. Керамику используют для изготовления терморезисторов и варисторов, изменяющих электросопротивление под действием соответственно температуры и напряжения. А важнейший для электронной техники керамический диэлектрик — это оксид алюминия; основная его область применения — подложки интегральных схем. Что касается сверхпроводников, то самые перспективные из них тоже созданы на основе керамики. Время от времени появляются новые перспективные сверхпроводники, но материал, сохраняющий сверхпроводимость при комнатной температуре, пока не создан.

МАГНИТНАЯ КЕРАМИКА

Среди множества магнитных материалов, применяемых в технике, особое место занимают ферриты, основной компонент которых — оксид железа. В промышленности ферриты начали использовать полвека назад; они были разработаны как альтернатива металлическим магнитам для снижения потерь энергии на перемагничивание. Их электрическое сопротивление примерно на восемь порядков выше, чем у металлов, соответственно меньше вихревые токи и электромагнитные потери. Из ферритов изготавливают магниты для вакуумных насосов и динамиков, застёжки дамских сумочек и замки для автомобилей. Посмотрел бы на это Михаил Васильевич и сказал — «широко простирает керамика...».

ОПТИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА

Это керамика прозрачная, люминесцентная, электрохромная и светочувствительная. Первый прозрачный керамический материал на основе оксида алюминия был создан 30 лет назад. Сейчас известно больше ста видов прозрачных керамик на основе



Детали из различных
электровакуумных приборов.
Керамика на основе Al_2O_3 (белые)
и Al_2O_3 с добавкой Mn (розовые).
Вторая половина XX века,
Земля

ти, которые по уровню электронной проводимости приближаются к типичным металлам. Большое распространение получила пьезокерамика, то есть керамика, способная поляризоваться при деформации и деформироваться под действием электрического поля. Пьезокерамические материалы — это обычно неорганические диэлектрики с высокой диэлектрической

проводимостью, наиболее известна пьезокерамика на основе системы $PbZrO_3-PbTiO_3$. Пьезоматериалы применяются как электромеханические и электроакустические преобразователи — видели в магазине «отпугиватель комаров»? Гидроакустики недавно перешли от монолитной керамики к композитам, в которых пьезокерамика служит наполнителем полимерной матрицы. Такой переход позволил повысить чувствительность приемных устройств в десятки раз.

Еще один вид керамики с особыми электрическими свойствами — твердые электролиты, то есть керамические материалы с высокой ионной про-

индивидуальных оксидов, их соединений друг с другом, а также бескислородных соединений. Почти одновременно с появлением первых образцов прозрачной керамики исследователи обнаружили, что при газовом разряде в парах натрия до 80% энергии, поступающей в разряд, можно превратить в видимое излучение, то есть создать лампу во много раз более эффективную, чем лампа накаливания. Однако пары натрия разрушали силикатное стекло и для таких ламп потребовалась прозрачная керамика.

Для применения в различных областях техники перспективной оказалась керамика на основе оксида иттрия, прозрачная в видимой и инфракрасной областях спектра. После легирования ионами редкоземельных элементов (тербия, неодима, эрбия, самария) она приближается по свойствам к соответствующим монокристаллам, и ее можно использовать для создания лазера. Она проще в изготовлении, чем монокристалл, а по сравнению с лазерным стеклом имеет большую теплопроводность, термостойкость и твердость.

ХИМИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА

Поскольку в виде плотной, пористой керамики или керамических порошков можно приготовить почти любое неорганическое вещество, естественно ожидать большого многообразия химических свойств и обусловленных этим химических функций керамик. А заодно — изменения физических свойств, например хемосорбция различных газов на поверхности керамики изменяет ее электропроводность, что позволяет определить концентрацию тех или иных компонентов газовой смеси. На этом принципе основано действие большинства созданных в последнее время газовых детекторов. Другая область применения керамики, основанная на ее химической специфике, связана с развитием мембранной технологии. Мембраны позволяют избирательно выделять и концентрировать разнообразные вещества. Однако полимерные мембраны не выдерживают высоких температур и многих агрессивных сред. Переход к керамическим мембранам, которого следует ожидать в недалеком будущем, позволит значительно расширить области их применения. Например, с помощью мембран можно будет извлекать диоксид серы из отходящих газов химических заводов и тепловых электростанций, получать чистую пресную

воду из морской или загрязненной. А воды человечеству требуется все больше и больше...

КЕРАМИКА ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Развитие атомной энергетики потребовало новых материалов. В ядерных энергетических установках керамика используется в качестве теплоизоляции (Al_2O_3 , SiO_2), ядерного топлива (UO_2 , PuO_2), материалов регулирующих узлов (B_4C , Sm_2O_3), замедляющих и отражающих материалов (BeO , ZrO_2 , Be_2C), материалов нейтронной защиты (B_4C , HfO_3 , Sm_2O_3), электроизоляции в активной зоне (Al_2O_3 , MgO), оболочек тепловыделяющих элементов (SiC , Si_3N_4). В термоядерной энергетике керамика широко используется для тепловой и электрической изоляции первой стенки плазменной камеры (SiC , Si_3N_4), ограничения плазмы (SiC , Al_2O_3 , B_4C), для нейтронной защиты (бланкеты из $LiAlO_2$, Li_2SiO_3 , Li_2O), в качестве материала для окон радиочастотного нагрева плазмы (Al_2O_3 , BeO).

КОНСТРУКЦИОННАЯ КЕРАМИКА

Материаловеды не всегда считали керамику конструкционным материалом — из-за ее хрупкости. Однако сейчас именно для этой керамики специалисты предсказывают максимальные темпы роста производства. Усилия исследователей направлены на устранение микроскопических дефектов керамики, которые становятся центрами зарождения трещин. Один из способов достижения этой цели — тщательная очистка и очень тонкий размол исходного порошка, плотная его упаковка перед спеканием.

Что будет завтра

Нынешние темпы роста выпуска высокотехнологичной керамики составляют от 15 до 25% ежегодно. Изделия из керамики обеспечивают работу сложных технических систем, аппаратов, машин, стоимость которых во много раз превосходит стоимость керамических элементов. Например, от изготовления магнитных головок для накопителей информации зависит выпуск самих накопителей, которые стоят в 600 раз больше. Предполагается, что за ближайшие 20 лет мировой объем производства керамики вырастет в 10 раз. В настоящее время основные производители керамики — США и Япония (38 и 48% со-

ответственно), первые лидируют в области конструкционной, вторые в области функциональной керамики, судя по прогнозам, эта ситуация сохранится и в ближайшем будущем.

Можно ли ожидать появления принципиально новых керамических материалов? Да, и вот пример — недавно в Японии была получена сверхпластичная керамика на основе тетрагональной модификации диоксида циркония, легированного 3 мол. % оксида иттрия. На этой основе можно изготовить материал с размером кристаллов 0,3 мкм, который способен деформироваться, вытягиваясь под действием внешних нагрузок в два раза — больше обычных металлов, почти как резина. Эту керамику можно ковать, волочить, прокатывать. Еще недавно такая идея вызвала бы смех... Другая перспективная область применения керамики — рабочая камера двигателя внутреннего сгорания на основе нитрида кремния. Усилия исследователей должны увенчаться успехом — уж очень велика ставка. Пока что удалось поднять температуру в камере сгорания до 1400°C, а КПД соответственно повысить в полтора раза, одновременно уменьшив вредные выбросы.

Керамика не обижена вниманием человека. Существует Международная академия керамики, национальные керамические общества, старейшему из которых свыше 100 лет, проводятся всемирные конгрессы по керамике, созданы музеи художественной керамики, издаются многочисленные научные и профессиональные журналы. Наконец, в 1987 году за создание керамических высокотемпературных сверхпроводников Й.Г.Беднорц и К.А.Мюллер получили Нобелевскую премию. Будем надеяться, это не последняя Нобелевская премия, полученная за керамику.



В ВОДЕ НЕ ТОНЕТ И В ОГНЕ НЕ ГОРИТ

Одна из областей применения керамики — строительство. Керамические материалы применяются для облицовки и как основной материал стен. Облицовочная керамика должна быть красивой, водо- и хладостойкой, а основной материал стен — прочным, легким и обеспечивать теплоизоляцию. Хорошо бы еще, чтоб он был полегче, — стенам приходится держать на себе вес вышележащих этажей, да и хорошая теплоизоляция означает, что внутри материала много пустот и он легкий. Существует природный строительный материал, который легче воды, — вулканический туф, из него построено больше половины Еревана (им же отделаны некоторые станции метро). Но уж очень далеко его возить, да и запасы не безграничны. Судя по рекламе, фирма «Победа-Кнауф» из Санкт-Петербурга создала и применяет строительные материалы которые легче воды на 5–20%. Это может пригодиться при наводнениях, которые в этом городе бывают...

ПОЧЕМУ «КОСМИЧЕСКИЙ ЧЕЛНОК» НЕ СОВСЕМ САМОЛЕТ

Потому, что у него толстые крылья. Наружная тепловая защита челнока — керамические плитки, которые начинают выгорать уже при 1400°C. Поэтому кромки нельзя сделать тонкими, как у сверхзвукового самолета. Улучшить «аэродинамическое качество» аппарата можно за счет совершенствования теплозащиты. Материалы на основе оксидов гафния и циркония (как знаменитый фианит), созданные в исследовательском центре NASA, выдерживают многократный нагрев до 2400°C. Покрытые такой керамикой кромки крыльев и законечник носовой части могут иметь закругления всего лишь в несколько миллиметров. Не исключено, что форму челнока удастся изменить так, что он станет настоящим самолетом: сможет не только приземляться, но и взлетать как самолет.

КЕРАМИКА ОЧИЩАЕТ ВОЗДУХ

Японские фирмы «Тошиба корпорейшн» и «Тошиба сирэ-



Вести из мира керамики



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

микс» разработали новый керамический материал — силикат лития для абсорбции углекислого газа. Компании утверждают, что новый материал «превосходит другие виды керамики по скорости поглощения двуокси углерода». Он поглощает в 30 раз быстрее, чем цирконат лития, двойные оксиды лития и переходных металлов, которые сейчас используют для этой цели. Материал можно применять в бытовых воздухоочистителях, он дешевле других материалов аналогичного назначения (по данным «Евразийского химического рынка»).

СПУТНИКОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ И ПЯТИОКИСЬ ТАНТАЛА

Всем понятно, какую роль в нашей жизни играет спутниковое телевидение и вообще спутниковая связь. Вся она осуществляется на частотах выше 1 ГГц (СВЧ-диапазон). Важная проблема для этого диапазона — керамика с низкими диэлектрическими потерями (кстати, посуда из таких материалов не будет греться в СВЧ-печи). Очень низкие потери у керамики на основе

пятиокси тантала. Однако за последний год цена тантала выросла в пять раз. Компания «Транс-Тех» (Япония) разработала новый керамический материал без тантала, но с потерями не больше, чем у его пятиокси. Хотя состав материала не сообщается, фирмы-конкуренты установят его быстро, однако проку от этого будет мало: потери керамических материалов зависят от тонких деталей технологии.

КУСАТЬ ВСЕГДА, КУСАТЬ ВЕЗДЕ

Одна из проблем человечества — зубы. И если раньше забота была одна: чтобы они не болели, то со временем люди стали задумываться о том, что хорошо бы их сохранить, то есть попытаться вылечить, а не сразу удалять, и, наконец, захотели красоты — изобрели «металлокерамику»: технологию протезирования, при которой часть зубного протеза составляет керамика. Она должна быть прочной, мало изнашиваться сама и не изнашивать зуб, находящийся напротив (в другой челюсти). Есть и еще одно экзотическое требование, для удовлетво-

рения которого исследователям фирмы «Керамко» (США) пришлось разработать новую керамику. Она не только имеет цвет, похожий на цвет зубов, не только полупрозрачна, как натуральные зубы, но и дает врачу возможность небольшими вариациями состава регулировать цвет в тех пределах, в которых варьируется цвет настоящих зубов.

ПЕРЕКУЕМ КЕРАМИКУ НА ОРАЛО

Зубы имеются не только у живых существ — нечто похожее есть у экскаваторов. Естественно, что в процессе эксплуатации зубья ковшей экскаваторов, кромки лемехов плугов и ножей скреперов изнашиваются. Сотрудники Московского государственного агроинженерного университета им. В.П.Горячкина предложили упрочнить режущие кромки лемехов корундовой керамикой. Например, керамика на основе глинозема и титаната марганца увеличила ресурс плугов в 3–5 раз.

По материалам сети Интернет



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

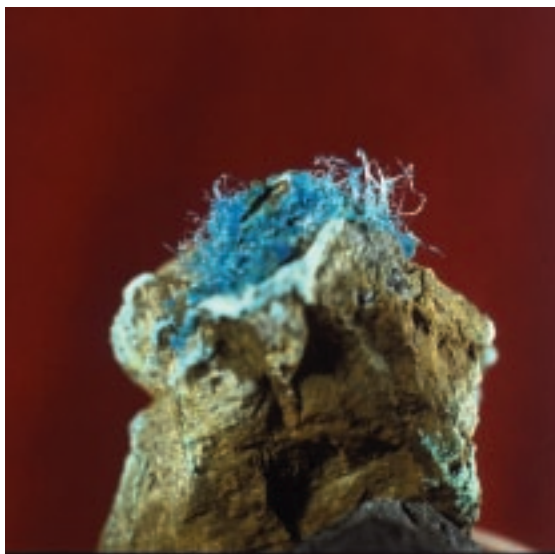


фото Д.Луговьева

1
Нитевидные кристаллы халькантита.
Маднеули, Грузия

Б.З.Кантор

Минерал,
который
живет
огни день

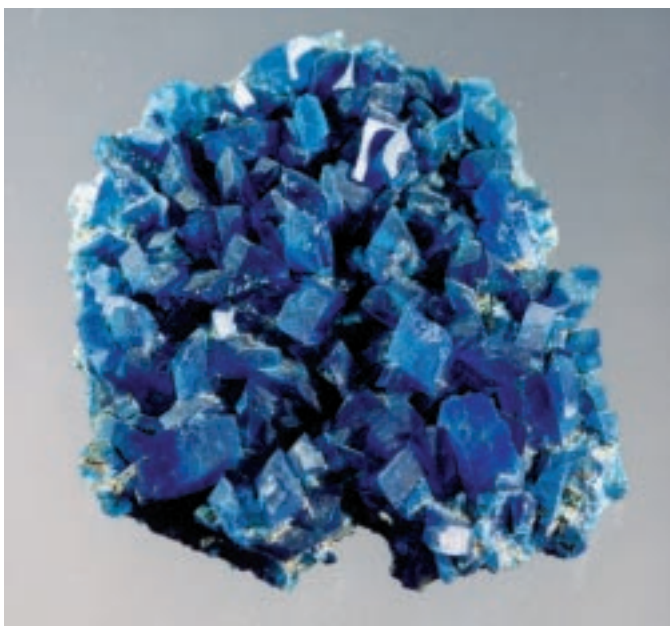


Фото автора

2
Друза кристаллов
халькантита. Учалы,
Южный Урал

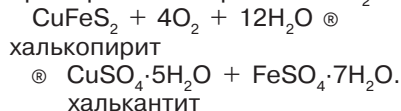


Камни, минералы обычно считают чем-то неизменным, не поддающимся разрушительному действию времени. Камень в старинном прабабушкином кольце — все тот же, что и в годы ее юности. В витринах музеев сохраняют первозданный вид минералы, родившиеся в недрах Земли сотни миллионов лет назад. Но известны и совсем другие минералы.

Халькантит, показанный на фото 1, — настоящий минералогический раритет. Причем дело не в редкости минерала — природного медного купороса, а в его форме и внешнем виде. Таким он появляется на свет лишь изредка, при определенном сочетании погодных условий и лишь на короткое время.

Для охотника за минералами увидеть нежно-голубые завитушки халькантита — редкая удача.

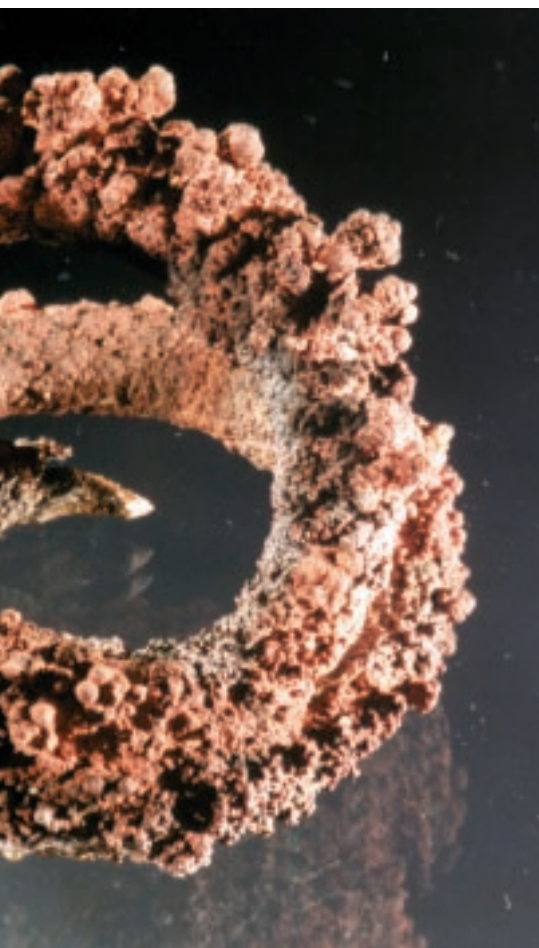
В рудных карьерах халькантит вместе с другими сульфатами образуется при атмосферном окислении медно-сульфидных минералов, например халькопирита CuFeS_2 :



Из горной породы эти легко растворимые сульфаты постепенно вымываются атмосферными водами. Но непродолжительный дождь успевает лишь напитать породу влагой, и раствор халькантита остается в порах и трещинах; а если на сме-

ну приходит сухая и теплая погода, то раствор подтягивается капиллярными силами к поверхности и испаряется. Вот тогда-то халькантит и вырастает из мелких трещин и пор в виде выцветов и завитушек — так называемых антолитов.

Собственно говоря, на этом история халькантитовых антолитов и заканчивается. Очень скоро лучи солнца согреют и высушат нежные локоны, и минерал рассыплется в белый бесформенный порошок. Или снова пойдет дождь, и от них не останется и следа. Вот почему, заведя на стенке карьера характерное голубое пятно, собиратели минералов бросают свои дела и спешат к этим недолговечным созданиям:



3
«Цементная» медь на стальной пружине. Натуральная величина. Греховский рудник, Восточный Казахстан

можно ведь и опоздать. Правда, собрать их и сохранить непросто — уж очень нежны и хрупки. Хранят их вместе с кусочком породы в герметичных бьюксах, поместив туда же полоску увлажненной фильтровальной бумаги.

Однако там, где сульфатные растворы скапливаются в значительных количествах, из них вырастают вполне стойкие ограненные кристаллы красивого синего, «купоросного» цвета (фото 2). Оставленные в горной выработке стальные предметы — рельсы, болты, трубы — в таких растворах обрастают продуктами обменной реакции — корками самородной, так называемой «цементной», меди (фото 3).

Как их сосчитать?



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

А.Келину отвечает консультант редакции И.А.Леенсон

Редакция получила письмо от Артура Келина из Петрозаводска. Он пишет: «Недавно мы прошли по химии тему «Предельные углеводороды (алканы)», и мне задали написать реферат об их изомерах — алканах одинакового состава, но разного строения. Например, бутан — изобутан (два изомера), пентан — 2-метилбутан — 2,2-диметилпропан (три изомера) и т. д. Оказалось, что с увеличением числа атомов углерода число изомеров растет очень быстро, например для декана с 10 атомами углерода их 75, а если атомов углерода двадцать, то число изомеров уже больше 300 тысяч! (Эти цифры я нашёл в книжках по химии.) Реферат я написал, получил за него пятерку. Но у меня осталось много вопросов. По какой формуле рассчитывают число изомеров алканов? Ни в одной из книг я такой формулы не видел. И откуда взялись такие странные названия алканов? Сейчас мы проходим алкены, но в книжках про число их изомеров не говорится. Их больше или меньше, чем у алканов? И последний вопрос: сколько разных соединений получится, если в метане замещать атомы водорода на атомы галогенов? Вроде бы немного, но начал считать (методом перебора всех вариантов) и сбился — каждый раз получается по-другому. Как решить такую задачу? И все ли возможные метаны были синтезированы?»

Сначала — об алканах (предельных углеводородах). Их названия взяты из греческого языка. Разобраться со многими из них не очень сложно даже тем, кто не учил греческий язык в классической гимназии. Ведь в русском языке немало слов, ведущих происхождение от греческих числительных: Пентагон, пентаграмма (средневековый магический знак), пентатоника (звуковая система из 5 нот в октаве), гептахорд (звукоряд из 7 ступеней, а также семиструнная кифара у древних греков), додекафония (метод музыкальной композиции, основанный на 12 тонах), октава, децима и ундецима (музыкальные интервалы в 8, 9 и 10 тонов), октет и нонет (ансамбли из 8 и 9 музыкантов); пентод, гексод и гептод (радиолампы с 5, 6 и 7 электродами); гекзаметр (стихотворный размер — шестистопный дактиль), октаэдр (фигура с 8 вершинами); декада в календаре и декан в вузе, гектар (сто ар, или «соток»), гектограф (печатный аппарат, позволявший революционерам получать до 100 копий, например, антиправительственных листовок), гекатомба (жертвоприношение из 100 быков), гекатонхейры (мифические сторукие великаны). От числительного, означающего «сто», — и углеводород гектан $C_{100}H_{202}$.

Сложнее с первыми членами ряда: в них использованы не числительные, а другие греческие слова, причем иногда довольно хитро «зашифрованные». Так, название метана происходит от метилового спирта, который раньше называли древесным: его получали сухой перегонкой древесины. Слово «метил» и происходит от греческих *methy* — вино и *hile* — лес (так сказать, «древесное вино»). Название этана, как это ни покажется на первый взгляд странным, этимологически родственно слову «эфир». Оба происходят от греческого *aither* — так древние греки называли «небесную» субстанцию, ко-

торая, по их мнению, пронизывала космос. Когда алхимики в XIII веке из винного спирта и серной кислоты получили легко испаряющуюся («улетающую к небесам») жидкость, ее назвали сначала «духом эфира», а потом просто эфиром. В XIX веке выяснили, что эфир (по-английски ether) содержит группировку из двух атомов углерода — такую же, как и этиловый спирт (этанол); ее назвали этилом (ethyl). Таким образом, «диэтиловый эфир» — по сути дела, «масло масляное». От «этила» произошло название этанола, алкоголь — того же происхождения, что и слово «алкан». По-арабски «аль-кохль» — порошок, пудра, пыль. От малейшего дуновения пыль поднимается в воздух — как и винные пары при нагревании. Со временем винные пары («алкоголь вина») превратились просто в алкоголь.

Одна из простейших жирных кислот была названа пропионовой — от греческих слов protos — первый и pion — жир. Отсюда недалеко и до углеводорода пропана. Названия другой жирной кислоты — бутановой и соответствующего ей углеводорода бутана происходят от греческого butyron — масло.

Теперь о числе изомеров алканов. Эта задача была решена математиками в XIX веке. Оказалось, что формулы, по которой можно сразу определить число изомеров для углеводорода $C_n H_{2n+2}$, не существует. Есть только так называемые рекуррентные (от латинского recurrens — возвращающийся) формулы, которые позволяют рассчитать число изомеров n-го члена ряда, если уже известно число изомеров (n-1)-го члена. Поэтому расчеты для больших n были получены сравнительно недавно с помощью компьютеров; они доведены до алкана $C_{400} H_{802}$, для которого, с учетом стереоизомеров, получено значение, трудно поддающееся воображению: $4,776 \cdot 10^{199}$! Подсчитано, что начиная с $C_{167} H_{336}$ число изомеров уже превышает число элементарных частиц в видимой части Вселенной, которое оценивается как 10^{80} ; так, для $C_{200} H_{402}$ оно равно примерно $9,430 \cdot 10^{83}$. Эти числа значительно возрастают, если рассматривать также зеркально-симметричные молекулы — стереоизомеры: с 9 до 11 для гептана, с 75 до 136 для декана, с 366 319 до 3 396 844 для эйкозана, с $5,921 \cdot 10^{39}$ до $1,373 \cdot 10^{46}$ для гектана и т. д.

Для химиков подобные расчеты мало интересны, и вот почему. Даже

для сравнительно простого алкана, содержащего всего полтора десятка атомов углерода, подавляющее большинство изомеров не получено и вряд ли будет когда-либо синтезировано. Но самое интересное, что начиная с гептадекана $C_{17} H_{36}$ сначала лишь некоторые изомеры, затем — многие из них, а потом практически все являются ярким примером «бумажной химии», то есть не могут существовать в действительности. По мере роста числа атомов углерода в молекулах разветвленных изомеров возникают серьезные проблемы пространственной упаковки при замене атомов водорода на метильные группы CH_3 в ряду CH_4 ⊗ $C(CH_3)_4$ ⊗ $C[C(CH_3)_3]_4$ ⊗ $C\{C[C(CH_3)_3]_3\}_4$ и т. д., а также близких по структуре изомеров. Причина в том, что математики рассматривали атомы углерода и водорода как точки, тогда как на самом деле они имеют конечный радиус. Так, метановый «шарик» имеет на «поверхности» 4 атома водорода, которые свободно на ней размещаются. Следующий шарик — пентановый имеет на поверхности уже 12 атомов водорода, расположенных значительно ближе друг к другу. Таким образом, при заполнении каждого следующего слоя число метильных групп CH_3 на поверхности углеводородов увеличивается втрое. Поэтому уже у следующего шарика — пентанового, шарика $C_{17} H_{36}$ на поверхности становится мало места для размещения всех 36 атомов водорода в 12 метильных группах (это легко проверить, если попробовать нарисовать плоское изображение подобных изомеров, соблюдая постоянство длин связей C—C и C—H и всех углов между ними).

С ростом числа n проблемы возникают и для атомов углерода. В результате, несмотря на то что число возможных изомеров с ростом n увеличивается очень быстро, число бумажных изомеров растет значительно быстрее. Проведенная с помощью компьютеров оценка показала, что с ростом n отношение числа возможных изомеров к числу «бумажных» быстро стремится к нулю. Именно поэтому расчет точного числа изомеров предельных углеводородов для больших n, которое когда-то вызывало значительный интерес, в настоящее время не имеет для химиков никакого практического значения.

То же можно сказать и о числе изомеров непредельных соединений с одной двойной связью — алкенов $C_n H_{2n}$. Изомеры алкенов различают-

ся не только строением углеродных скелетов, но и положением двойной связи. Кроме того, заместители могут быть расположены по-разному относительно двойной связи (цис-транс-изомеры). Поэтому число изомеров алкенов N с увеличением n растет еще стремительнее, чем для алканов:

n	N	n	N	n	N	n	N
1	—	6	18	11	2521	16	553288
2	1	7	42	12	7307	17	1660490
3	1	8	118	13	21238	18	5011299
4	4	9	314	14	62566	19	15190665
5	6	10	895	15	185310	20	46244031

Понятно, что, как и в случае предельных углеводородов, такие расчеты представляют лишь теоретический интерес: при больших n почти все эти изомеры окажутся бумажными.

Перейдем теперь к последнему вопросу. При замещении в молекуле метана атомов водорода на атомы галогенов получают соединения, которые называются галогенметанами. Будем рассматривать только четыре галогена — фтор, хлор, бром и иод (астат не учитываем: в природе этот элемент не встречается, а из искусственно полученных его изотопов самый долгоживущий, At^{211} , имеет период полураспада 7,2 часа).

В зависимости от того, один, два, три или все четыре атома водорода замещены, различают моно-, ди-, три- и тетразамещенные метаны. Они могут быть газообразными (например, CH_3Cl), жидкими (CCl_4) или твердыми (CBr_4). Многие из этих производных хорошо известны. Например, дихлорметан (метиленхлорид, хлористый метилен) — растворитель, используемый для производства изделий из ацетата целлюлозы; диiodметан — жидкость с высокой плотностью ($3,33 \text{ г/см}^3$), ее применяют при исследовании горных пород для разделения минералов по их плотности; трихлорметан (хлороформ) раньше широко использовался для наркоза (ныне — только для наружного применения в растираниях); триiodметан (иодоформ) — сильный антисептик, хотя и с неприятным навязчивым запахом, который раньше использовали в хирургии при перевязке ран; тетрахлорметан (четырёххлористый углерод) — прекрасный растворитель жиров, смол, каучука, многих других органических соединений; многие фторпроизводные (фреоны, они же хладоны) — низки кипящие жидкости или легко сжижающиеся газы, которые широко ис-

пользуются в качестве хладагентов в холодильных машинах.

Возникает вопрос — а сколько всего может быть различных галогензамещенных метанов? Оказывается, очень много, даже если не учитывать стереоизомеров — зеркально-симметричных форм (впрочем, они есть всего у пяти соединений, так как стереоизомеры возможны лишь в случае четырех разных заместителей у атома углерода; в этом легко убедиться, сделав модели молекул замещенных метанов из спичек и цветного пластилина).

Теперь считаем изомеры. Различных тетрагалогенметанов CX_4 может быть 5 (считая и сам метан); соединений типа CX_3Y (где X, Y — любой атом галогена или водород) может быть 20; соединений типа CX_2Y_2 существует 10; соединений CX_2YZ — 30, и еще 5 типа $CXYZW$, а всего — 70! Это же значение можно получить методами комбинаторики; оно равно числу сочетаний из $n = 5$ заместителей (H, F, Cl, Br, I), взятых по $k = 4$ с повторениями: $(n+k-1)!/k!(n-1)! = 8!/4! = 70$.

А сколько галогенметанов можно насчитать, если учитывать также изотопные разновидности элементов — хотя бы те, что встречаются в природе: стабильные C^{12} , C^{13} , H, D (дейтерий), F^{19} , Cl^{35} , Cl^{37} , Br^{79} , Br^{81} , I^{127} и радиоактивные T (тритий с периодом полураспада 12,3 года) и радиоуглерод C^{14} (с периодом полураспада 5730 лет)? Подставляя в формулу $n = 9$, $k = 4$ и умножая полученное значение на 3 (3 изотопа углерода), получим $3 \cdot 12!/4!8! = 1350$. И еще к ним надо добавить $126 \cdot 3 = 378$ оптических изомеров; 126 — это число сочетаний из 9 элементов по 4 без повторений, которое дается формулой $n!/k!(n-k)!$ Если же не брать в расчет радиоактивные соединения, то разных галогенметанов будет меньше: при $n = 7$ и $k = 4$ получим $2 \cdot 11!/4!7! = 660$ и еще $2 \cdot 7!/4!3! = 70$ стереоизомеров.

Сколько же из них уже синтезировано? В справочнике «Свойства органических соединений» (Л.: Химия, 1984), содержащем основные сведения о нескольких тысячах веществ, приводятся данные только о 47 веществах. Это CH_4 , CH_3Br , $CHBrI_2$, $CHBrF_2$, $CHBrCl_2$, CH_2BrI , $CBrF_3$, $CBrCl_3$, CH_2BrF , $CHBrClF$, CH_2BrCl , CH_2Br_2 , CBr_2F_2 , CBr_2Cl_2 , $CHBr_2I$, $CHBr_2F$, $CHBr_2Cl$, CH_2I_2 , CHF_2I , $CHClI_2$, CH_2F_2 , CCl_2F_2 , $CHClF_2$, CH_2Cl_2 , CH_3I , CHF_2I , $CHCl_2I$, CCl_3I , CH_2FI , CH_2ClI , CBr_4 , Cl_4 , CF_4 , CCl_4 , $CHBr_3$, CBr_3F , CBr_3Cl , CHI_3 , CHF_3 , $CCIF_3$, $CHCl_3$, $CDCl_3$, CH_3F , $CHCl_2F$, CCl_3F , CH_2ClF ,

CH_3Cl (обратите внимание на то, что в соответствии с правилами номенклатуры все вещества в справочнике приведены в алфавитном порядке названий на русском языке, тогда как сами формулы расположены в алфавитном порядке латинских букв (кроме водорода); дейтерохлороформ $CDCl_3$ помещен в список, так как это распространенный растворитель в спектроскопии протонного магнитного резонанса). Итак, из основного списка 70 галогенпроизводных (включая и сам метан) в справочник попало лишь 46. Зато синтезированный в 1893 году бельгийским химиком Фредериком Свартом бромфторхлорметан $CHBrClF$ попал в книгу «Мировые рекорды в химии» как самая маленькая хиральная молекула, в которой у атома углерода находятся четыре разных заместителя. Правда, полученное Свартом соединение было оптически неактивным, так как представляло собой рацемическую смесь «правых» и «левых» молекул. Эту смесь сумели разделить методом газовой хроматографии только в 1996 году.

В справочнике Бейльштейна (4-е дополнение к 1-му тому) можно найти сведения еще о 12 веществах: это $CHBrClI$, $CHBrFI$, $CHClFI$, $CBrClF_2$, $CBrCl_2F$, $CBrI_3$, CBr_2ClF , CBr_3I , $CClF_2I$, CCl_2FI , CCl_2I_2 , и CF_3I .

Наконец, в справочнике Гмелина (том 14, раздел D, часть 2, издан в 1974 году) приведены сведения о CF_2I_2 и $CBrF_3I$. Первое соединение получено в 1963 году при фотолизе смеси иода с дифтордиазиринном — трехчленным циклом с двумя атомами азота. При облучении отщепляется молекула азота и образуется карбен CF_2 , который реагирует с иодом. О втором веществе сказано лишь, что оно, вероятно, могло образоваться при гамма-радиолизе смеси CF_3Br и иода, и дана соответствующая ссылка на статью 1972 года.

Для дальнейшего поиска были просмотрены формульные указатели реферативного журнала «Chemical Abstracts». И хотя в них имеется несколько ссылок на все «недостающие» изомеры, знакомство с рефератами показало, что это, увы, лишь теоретические расчеты физических, термодинамических и спектральных свойств соответствующих молекул. Дело в том, что спектральные характеристики (частоты колебаний и вращений) галогенметанов весьма интересны для теоретиков. Интересны и возможные применения подобных соединений в качестве хладагентов, что также отмечают авторы расче-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

тов. Многие из подобных расчетов выполнены отечественными химиками. Из зарубежных расчетных работ обращает на себя внимание звучная фамилия одного из авторов: С.К.Нг (химический факультет Национального университета Сингапура).

Некий казус связан с соединением $CBrCl_2I$, упомянутым в указателе за вторую половину 1999 года. Ссылка дана на работу, написанную семью исследователями из Лаверна (Калифорния, США), специалистами по технологии водоочистки. Они полагают, что появляющийся иногда «медицинский» запах водопроводной воды обусловлен «бромдихлоридметаном». Но бромдихлоридметан — один-единственный, и его до сих пор никто не синтезировал. Уже упомянутый $CBrF_2I$ был синтезирован в Университете штата Айова (США) в 1977 году. Там же через пять лет были получены еще два бромидфторметана: $CBrF_2I$ и CBr_2FI . Из 70 галогенметанов до сих пор не описаны $CBrClFI$ — единственный, содержащий одновременно все четыре галогена, а также $CBrClI_2$, $CBrCl_2I$, CBr_2ClI , CBr_2I_2 , $CClFI_2$, $CClI_3$ и CFI_3 . Все они содержат атомы иода. Связь C—I в два с половиной раза слабее связи C—F; может быть, это одна из причин трудности синтеза таких соединений, поскольку органические иодиды легко разлагаются.

Кроме 70 «классических» галогенметанов, оказывается, были получены десятки изотопных производных, содержащих как стабильные, так и радиоактивные нуклиды. Из последних можно отметить такие экзотические соединения, как CDT_3 , CD_2T_2 , CD_3T , $C^{11}H_3I$ (период полураспада углерода-11 немного больше 20 минут). Так что поле для экспериментов имеется.

Время от времени научный мир сотрясают скандалы, и один из последних — «закрытие» ядер 116-го и 118-го химических элементов. Ранее журнал «Science» (1999, v.284, p.1751) поведал об их синтезе на циклотроне Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли (см. «Новости науки» в «Химии и жизни», 1999, № 11–12). Эти результаты не смогли подтвердить в других лабораториях, а затем американские трансураниды провели у себя расследование, обнаружили подтасовку данных и опубликовали опровержение открытия (см. «Известия» — Наука» от 2 августа 2002 года).

Кроме того, в США образована комиссия, проверяющая деятельность группы Х.Шона (Schon) из Беллов-

ских лабораторий фирмы «Lucent Technologies» в Мюррей-Хилле (штат Нью-Джерси), которая опубликовала в 2002 году около 15 статей в «Science» и «Nature», а также десятки в других журналах (всего за период с 1998 года по май нынешнего более 90 статей). Они рапортовали о своих успехах в области органической электроники, в том числе об открытии потрясающего воображение эффекта — переходе в сверхпроводящее состояние при $T = 117\text{ K}$ кристалла из фуллеренов C_{60} встроенного в полевой транзистор («Новости науки», 2002, № 2). Сначала их достижения не удалось повторить другим ученым, а теперь выясняется, что этого, похоже, не может сделать и сам Шон...

Неудивительно, что редакция «Science» проявила на-

стороженность в отношении работы, в которой говорилось о наблюдении реакции ядерного синтеза при сонолюминесценции (о ней наш журнал уже рассказывал — см. статью в № 5, 1997, а также «Новости науки», 1999, № 11–12). Группа физиков из Ок-Риджа и Уфимского научного центра (академик Р.Нигматулин и другие) облучала дейтерированный ацетон ультразвуком и дополнительно нейтронами и выявила в кавитационных пузырьках признаки слияния ядер дейтерия — возникновение трития и потока нейтронов.

Этот «Bubble Fusion» (пузырьковый синтез) напоминает закончившийся конфуз «холодный ядерный синтез» Флейшмана и Понса — понятно, что, обжегшись на нем, будешь дуть

уже и на пузыри. Редакция «Science» долго колебалась, прежде чем опубликовала полученные в Ок-Ридже данные, поскольку некоторые рецензенты были против. В своем комментарии «To Publish or Not to Publish» главный редактор Д.Кеннеди отметил, что результаты интересны и потому должны быть обнародованы независимо от того, верны они или нет, — это вызовет новые исследования и перепроверки, которые внесут в проблему ясность и обеспечат прогресс науки (см. «Science», 2002, v.295, p.1793).

Иногда возникают обширные направления исследований, которые потом приходится квалифицировать как лженаучные. В науке тоже бывают свои пирамиды (вроде финансовых), свои мошенники и даже гангстеры —

Уильям Джеймс

Обманы и мистификации в науке

Сторонники решительного наступления на научные обманы часто используют поговорку «ложка дегтя в бочке меда», но, на мой взгляд, она здесь не вполне применима — ведь при этом подразумевается, что мы можем доверять всем опубликованным статьям, за исключением лишь нескольких, написанных нечестными людьми, которых всегда можно выявить. На самом деле это не так.

Вообще, основной вред наносят ошибочные работы, встречающиеся значительно чаще, чем умышленные обманы. Распознать ошибки бывает

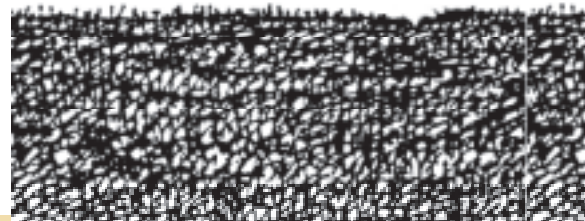
очень сложно, поскольку все проконтролировать нельзя; остается лишь надеяться, что в ходе дальнейших исследований они все же будут обнаружены (если, конечно, работы, в которых они были сделаны, заслуживают того, чтобы их перепроверять). Поэтому уделять столь большое внимание обманам — значит преувеличивать их значение.

Мне кажется, само стремление во что бы то ни стало «отделять овец от козлиц» объясняется, с одной стороны, идеализированными представлениями о науке и ученых, а с другой — приземленным, филистерским скла-

дом мышления нынешних научных работников. Многие из них не чувствуют поисковой природы науки и не понимают, что она не может быть формализована. Ученые, находящиеся на переднем крае науки, в принципе не могут быть избавлены от возможных заблуждений, которые устраняются лишь временем.

Борцы за стерильную чистоту науки обычно представляют свой путь в ней в образах неуклонного карьерного роста, в то время как научная работа есть рискованное предприятие, где успех отнюдь не гарантирован. Как сейчас отбирают людей для нее? Устраивая многочисленные экзамены, когда от соискателей требуется знать уже известное. А осваивать уже познанное и открывать новое — это совсем разные вещи.

Поэт-романтик Джон Китс писал (в 1817 году): «Я думаю, что людям свершений, особенно в литературе, присущее одно качество (и Шекспир обладал им в полной мере) — это способность долгое время пребывать и уютно чувствовать себя в атмосфере неопределенности, таинственности, сомнений, не гонясь угорело за



недаром посвященная этой теме книга академика Э.П.Круглякова, который возглавляет в нашей стране комиссию по борьбе с лженаукой, называется «Ученые с большой дороги» (М.: Наука, 2001). Отличить обманы от искренних заблуждений не всегда могут даже историки науки, о чем говорит, например, статья «Абверферменты Эмиля Абдергальдена» в нашем журнале (2002, № 3).

Видимо, граница науки и лженауки лежит в области этики, и тут можно вспомнить слова нашего известного физика Д.И.Блохинцева: «Единственное, о чем нужно заботиться организаторам фундаментальной науки, так это о том, чтобы в ней работали люди, для которых поиск истины и добытие знаний было бы страстью их жизни — страстью,

свободной от меркантильности и стяжательства».

Но возможна ли такая идиллия? Своими соображениями об этом поделился на страницах «Nature» генетик из Лондонского университета У.Джеймс.



Художник Н. Краштин

РАЗМЫШЛЕНИЯ

фактами и окончательными суждениями». Это верно и относительно ученых творческого склада.

Ожидать абсолютной честности от ученых — это примерно то же, что требовать от политиков безупречной личной жизни. В обоих случаях задают вопрос: «Иначе как же им можно доверять?» Поверхностный ответ на него заключается в том, что лгать, как правило, невыгодно — обманщики могут быть уличены. А более глубоко мы проникнем в суть дела, если скажем, что и политику, и науку вообще нельзя основывать на доверии.

(Кстати, о честности. Проведенный недавно анализ показал, что в США примерно треть желающих устроиться на работу в области гастроэнтерологии фальсифицировали свои curriculum vitae и перечень трудов. Например, они приводили несуществующие статьи в реальных журналах, или указывали вымышленные журналы, или же упоминали, что статья находится «в печати», но это было неправдой.)

Когда коллеги вводят нас в заблуждение, мы чувствуем себя уязвленными, но должны относиться к этому

более философски — примерно так же, как, скажем, к супружеской измене. Иначе говоря, обманы нужно рассматривать как неотъемлемую часть науки и жизни, которую нельзя директивно либо организационными мерами полностью исключить.

Далее, как политика зависит от конкретных политиков, точно так же научная продукция несет на себе отпечаток тех людей, что ее производят. Среди них есть ленивые, рассеянные, неудачливые, неспособные, склонные к депрессиям и психозам. Есть такие, которые относятся к науке как к игре, вопрос — по каким правилам? Ведь бывают шахматисты, которые на мгновение отвлекают внимание партнера и незаметно переставляют фигуры.

Каковы мотивы совершения обмана? Как правило, таким путем некоторые люди хотят добыть место или деньги, и, конечно, они заслуживают презрения. Но есть и другие, менее корыстные, которые, оказываясь во власти своей фантазии и непомерной увлеченности какой-то идеей, активно разрабатывают ее и пытаются ввести в научный оборот.

Я сомневаюсь, что наносимый ими вред соизмерим с возникающей обычно по этому поводу шумихой. К примеру, палеонтологи, якобы нашедшие челюсть какого-то неизвестного давно вымершего животного, поднимают интересную проблему, которая для многих служит источником вдохновения и новых исследований. Подобные мистификации нередко досадны и отвлекающи, но иногда они оказывают и стимулирующее действие — вносят свежий, приключенческий элемент в, возможно, застоявшуюся область.

Недавно Джим Уотсон обнародовал свой набор правил достижения успеха в науке (см. «Химию и жизнь», 2002, № 10), и одно из них — готовность к риску. Наверно, мистификаторы — это просто авантюристы, у которых такая готовность превышает допустимый предел.

Предисловие
и сокращенный перевод
с английского

Л.Каховского





Видим —

От редакции. Как мы и предполагали, тема «альтернативного видения» получила продолжение. В Институте мозга человека РАН (Санкт-Петербург) были исследованы ученики В.М.Бронникова, утверждающие, что они могут видеть без помощи глаз. Результаты этой работы опубликовал журнал «Физиология человека» (2002, № 2), причем исследователи не опровергли претензий испытуемых (см. «Химию и жизнь» 2002, № 7, 10).

Однако видение с закрытыми глазами настолько очевидно противоречит законам и физики, и физиологии, что научная общественность не могла не потребовать дальнейшего расследования. Найдется ли удовлетворительное объяснение необычным способностям учеников Бронникова? Если нет, достаточно ли у нас уверенности, чтобы констатировать, что мы наблюдаем чудо? Или все же имела место банальная фальсификация, не выявленная из-за не совершенной постановки эксперимента?

Когда номер готовился к печати, нам сообщили, что член-корреспондент РАН С.В.Медведев, директор Института мозга человека, дал согласие выступить на совместном заседании двух объединенных научных советов Петербургского научного центра — по физико-математическим наукам и по биологии и медицине с докладом об экспе-

риментах, в которых было исследовано «альтернативное видение». К этой теме мы, безусловно, еще вернемся, а пока публикуем фрагменты дискуссии, которая началась в редакции после заметки в июльском номере журнала.

Привлечь к дискуссии самого доктора Бронникова непредставлялось возможным, поскольку он явно не теоретик, а практик: для объяснений собственных результатов не прибегает к научной терминологии, а использует такие понятия, как «прокачка потоков энергии» и «карма». Поэтому мы пошли по иному пути. Наш обозреватель выступает в роли «адвоката дьявола» (разумеется, под дьяволом мы понимаем не лично В.М.Бронникова, а сильно себя скомпрометировавшую неакадемическую науку). Ему отвечает член Комиссии при президенте РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией результатов (которая крайне заинтересовалась этими опытами) академик РАН, главный редактор журнала «Оптика и спектроскопия» Е.Б.Александров.

Две модели

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров

Предположим, что альтернативное зрение существует. В этом случае, насколько я понимаю, суть феномена состоит в том, что человеку удается настроить некую резервную систему, регистрирующую такой сигнал, на который обычно он внимания не обращает. Можно построить по крайней мере две модели, которые, как мне кажется, не противоречат физической картине мира и, стало быть, не по-

зволяют *a priori* отнести явление, о котором идет речь в «Физиологии человека», к разряду лженауки.

Модель 1

Этот сигнал — слабый, обычно не видимый на фоне сильного. Известно, что, если сильный сигнал подавить, датчик сможет выделять слабый сиг-

— НЕ ВИДИМ?



Художник Е. Силина



ДИСКУССИЯ

щищен потоком крови, температура которой меняется очень медленно. Ничто не мешает сетчатке глаза видеть инфракрасный диапазон, к тому же известно, что спектры восприятия излучения у других живых существ отличаются от нашего, сетчатка же устроена в целом одинаково. Значит, физике эта модель не противоречит.

А противоречит ли физиологии? Сразу на этот вопрос ответить не берусь. Главное — в чувствительности датчика, то есть сетчатки глаза, к инфракрасному излучению. Чувствительность индивидуальных нейронов глаза к видимому излучению умеренна, а вот сведениями о том, что проводилось подробное исследование каких-то других диапазонов, мы не располагаем. Если допустить, что этот канал восприятия информации все же существует — скажем, как атавизм, оставшийся от предка человека, который вел ночной образ жизни, — то исследование можно проводить только со специально обученными людьми, которые умеют сосредотачиваться и такой слабый сигнал выделять.

Кстати, о механизме приспособления глаза к световому потоку легко узнать из учебника физиологии. Там подробно рассказано, как глаз человека в темноте перестраивается с цветного зрения на черно-белое, причем чувствительность глаза к слабому свету значительно повышается. С таким феноменом знаком каждый ученый-экспериментатор, которому приходилось работать с фотопленками или фотопластинками. Чтобы проверить эту модель, нужно, по крайней мере, провести серию экспериментов с разными материалами повязки и разными спектрами освещения.

Модель 2

Мозг формирует сигналы, которые отражаются от предмета, после чего мозг воспринимает и анализирует отраженные сигналы — это, по сути, гипотеза о прямом видении с помощью мозга, или о «третьем глазе», упомянутая авторами статьи в «Физиологии человека». Как это может

нал, который раньше терялся в фоне. Что же это за слабый сигнал и где находится датчик?

Самое простое предположение — инфракрасное излучение, которое фиксирует сетчатка глаза. Есть множество веществ, непрозрачных в видимом свете, но прозрачных в инфракрасном. И экран компьютера, и книга в хорошо освещенном помещении будут неплохо излучать (или отражать) в этой об-

ласти спектра, и это излучение может пройти сквозь повязку. Если темные и светлые области на жидкокристаллическом экране компьютера или буквы на белом листе излучают и/или отражают инфракрасный свет по-разному, датчик, распознающий это излучение, такую разницу заметит.

Насколько я помню, инфракрасные датчики нужно защищать от колебаний температуры. Глаз — хорошо за-

работать? Все, что требуется для физической модели, — излучение, способное пройти сквозь кости черепа. Такие излучения есть, и самое безопасное из них — следующий за инфракрасным терагерцевый диапазон. Например, в Университете Лидса (Великобритания) сейчас делают прибор, который будет излучать терагерцевые волны, фокусировать их в какой-то точке изучаемого объекта и анализировать либо отраженный, либо прошедший луч. Таким образом можно будет сканировать непрозрачный объект от точки к точке, например читать книгу, не открывая ее. Можно будет также получить послойное изображение тела человека для применения в медицине, то есть сделать терагерцевый томограф.

Основной элемент системы — широкополосный терагерцевый импульсный лазер. Я не утверждаю, что гипотетический «третий глаз» — это пикосекундный лазер, однако возникает вопрос: какая физика мешает предполагать в мозгу человека органу, способному генерировать электромагнитные волны подобного излучения, проходящего сквозь тело человека и пускай слабо, но взаимодействующего с ним? У дельфина или летучей мыши есть орган-генератор ультразвука, у ската есть орган, генерирующий электричество. Значит, физика этому не препятствует. (На возможное замечание о том, что на экране компьютера буквы другого цвета будут отражать такое излучение так же, как весь остальной экран, есть такой ответ: сам компьютер представляет собой источник микроволнового излучения, а в каком спектре, кроме видимого, излучают жидкие кристаллы, образующие элементы экрана, и сколь равномерно это излучение распределено по поверхности экрана, мы не очень-то и знаем.)

Как же могут быть устроены эти органы (назовем их генератором и анализатором), если излучение беспрепятственно проходит сквозь биологические ткани? А вот как: генератор должен обладать зеркалом, отражающим это излучение. Раз его энергия соответствует энергии колебания биологических молекул, значит, можно представить себе такие биологические материалы, которые могут служить и отражателем, и поглотителем излучения. Из вторых вполне можно построить датчик этих волн.

Между прочим, некоторые свидетельства о существовании таких датчиков можно найти, если вспомнить слухи о том, что под действием со-

вого телефона в некоторой области мозга возникают повреждения (по крайней мере, у подопытных животных). На первый взгляд эти слухи противоречат физике: если распределить излучаемую телефоном энергию по объему мозга, то она окажется слишком ничтожна, чтобы можно было обсуждать всерьез гипотезу о ее вреде. Но та область, которая специально предназначена для анализа микроволнового излучения, очень даже может пострадать — всякий датчик сгорит, если на него дать слишком мощный сигнал.

В чем эта модель противоречит физической картине мира? Да ни в чем. А вот физиологической картине мира противоречит: физиологи таких органов в мозгу не видят или, может быть, не знают о такой функции известного органа (как, например, не совсем понятны функции шишковидной железы). Однако биологи работают с крайне сложным для изучения объектом. Всякий, кто хоть раз видел микроскопические изображения срезов мозга (смотри статью о пьяных крысах в этом номере), поймет, что только опытный глаз может там рассмотреть что-то осмысленное. О том, сколь трудно искать новый орган с неясными функциями, свидетельствует история поиска органа магнитного чувства у голубей — тридцать лет исследований, а результата нет.

Итак, получается, что можно придумать по крайней мере две гипотезы, не противоречащие физической картине мира, которые объясняют феномен альтернативного видения. А вот физиологической картине мира вторая просто не соответствует. Для того же, чтобы судить о первой, слишком мало данных. Отсюда следует, что лучше бы не подозревать ученых в фальсификации, а заняться проверкой физических механизмов действия феномена. По моему мнению, нужно идти путем, привычным науке: выделение финансирования (не Бронникову на пропаганду, а ученым) на постановку контрольных опытов и опытов по проверке гипотез, появившихся на первых этапах исследования.

В заключение замечу: мне будет очень приятно, если Е.Б.Александров не оставит камня на камне от моих рассуждений. Это даст нам более ясное понимание вопроса.

Академик

Е.Б.Александров:

Начну с конца — с полемического окрашенного замечания моего оппонента: «Лучше бы не подозревать ученых в фальсификации, а заняться проверкой физических механизмов действия феномена». Никто не подозревает ученых в фальсификации. Но они могут стать жертвой обмана, тому в истории примеров тьма. Ученый же фальсификатором быть не может по определению: или ты ученый, или фальсификатор.

Но не могу полностью согласиться с предложением выделить финансирование на изучение «альтернативного видения». На проверку любых произвольных утверждений денег не напасешься. Сегодня есть огромное количество желающих получить деньги на проверки Бог знает каких гипотез. Целая армия борцов с «косной академической наукой» жаждет получить лет эдак на десять миллион или миллиард долларов, дабы осуществить «право ученого на ошибку».

Экспериментальные данные, изложенные в статье из № 2 «Физиологии человека», мне не показались убедительными. Вы обратили внимание, что авторы статьи пишут: «Возможность подтасовки маловероятна» и мотивируют утверждение тем, что испытуемые — дети или подростки? Здесь меня задевают два пункта. Во-первых, авторы не пишут, что возможность подтасовки исключена. А именно это они должны были обеспечить прежде всего. Между тем процедуры контроля практически не описаны. Более того, имеются крайне подозрительные замечания о том, что при наложении дополнительной маски испытуемые временно переставали видеть (а в статье Бехтерева в «Науке и жизни» отмечается, что эта способность возвращалась к ним через два дня!). Во-вторых, мотивировка доверия к испытуемым их молодостью не выдерживает никакой критики. История разоблачений телепатии полна эпизодов с психопатическими подростками, обводившими вокруг пальца доверчивых взрослых.

«Я совершенно убежден, что речь идет о пошлой мистификации»



ДИСКУССИЯ

Вот почему меня мало привлекает абстрактный разговор о гипотезах, объясняющих таинственное явление, поскольку я глубоко сомневаюсь в его реальном существовании. «Представим себе, что кто-то может летать исключительно силой мысли. Давайте обсудим, какими бы причинами это можно было объяснить. Поговорим, например, о сверхвозможностях мозга». Тем не менее я готов прокомментировать предложенные гипотезы.

Модель 1: «инфракрасное излучение, которое фиксирует сетчатка глаза». Даже если бы я ставил себе целью организовать на этом принципе трюк с видением в темноте, я бы от такой затеи отказался. Действительно, можно устроить «черную» маску, пропускающую ИК-излучение (но чтобы маска пропускала его без рассеяния, ее придется делать из специального материала, обычная черная материя не подойдет). Действительно, ближнее ИК-излучение кое-как можно видеть. Однако, во-первых, хорошо известно, что чувствительность глаза к ИК-излучению катастрофически падает с ростом длины волны излучения. Мне удавалось после пребывания в темноте видеть резонансные линии цезия — 850 нм и 895 нм. Но спектральная яркость этих линий была много выше яркости Солнца! Во-вторых, при этом действует сумеречное зрение, которое обладает очень низкой разрешающей способностью — пробовали читать при лунном свете? А испытуемые видели мелкий текст в повязке лучше, чем открытыми глазами (жалобы на мелкость текста, упомянутые экспериментаторами, — типичный эстрадный прием).

Таким образом, для реализации гипотезы необходимы были бы: 1) маска в виде нерассеивающего (высокооднородного) ИК-фильтра; 2) чрезвычайно высокая яркость (ярче Солнца) ИК-подсветки текста; 3) высокий контраст текста в ИК-излучении, то есть специально подобранные краситель набора и бумага; 4) особо крупный шрифт. Даже если бы удалось реализовать все эти требования, то результатом был бы тривиальный цирковой трюк, не заслуживающий изучения. Ничего «прямого»

или «альтернативного» в этом ИК-зрении нет.

Теперь о второй гипотезе: «Сигнал формирует мозг, этот сигнал отражается от предмета, после чего мозг его сам воспринимает и анализирует». Слово «сигнал» употреблено не совсем точно — сигнал несет информацию, а здесь лучше бы говорить о базовой подсветке. Если мозг не только принимает, но и излучает сигнал, то получается средство общения между мозгами — совсем другая история (тоже фантастическая). Но не буду придираться к словам. Что можно сказать по существу? Сказать нечего. Мозг не излучает ничего специфического. Во всех упомянутых частотных диапазонах существуют способы приема с чувствительностью на квантовом уровне. Этим занимается радиофизика, а также лазерная и мазерная физика. И никаких подобных излучений за мозгом не замечено. И излучать-то там нечему. Вся электрическая активность мозга лежит в области инфразвуковых частот, как можно узнать, в частности, из работ самой Н.П.Бехтеревой.

Разумеется, мозг, как и любой другой орган человека, «светит» в тепловом диапазоне с максимумом интенсивности в районе 10 микрон (но включенный уют «светит» гораздо сильнее!). Ну и что? Чтобы видеть текст, нужно создать изображение на матрице приемников. Для этого нужна матрица с нужным разрешением и нужной спектральной чувствительностью, и нужна оптическая система. Где это все, кроме как в глазу? А любые человеческие ткани (в том числе кожа, костная оболочка головы) безнадежно рассеивают первичное излучение. Так что если вы придумаете «третий глаз» внутри черепа, то ничегошеньки он не увидит. У уже не обсуждаю разрешающую способность в «терагерцевом диапазоне». А инфракрасная томография действительно существует. Ну и что? При чем тут чтение текстов?

Понимаю, что так называемые сверхчувственные возможности человека привлекают многих. Но что касается меня лично, я — физик-эксперимента-

тор с тридцатилетним стажем активной работы, накопил основательный и самосогласованный багаж представлений об этом мире. И я совершенно убежден, что речь идет о пошлой мистификации.

Напоследок несколько слов относительно предложения «Химии и жизни» объяснить, каким мог быть возможный механизм мистификации, в тех условиях, в которых проводили опыты. Я не хотел бы этим заниматься — не специалист. Когда я смотрел фокусы Кио в цирке, мне удавалось высказать удачные гипотезы о том, как ему удаются чудеса, только в 20% случаев. Но могу дать любопытную справку. Когда Америку наводнили экстрасенсы, телепаты и телекинетики, один из ведущих иллюзионистов-профессионалов Джеймс Ренди предложил приз в 500 тысяч долларов любому чудотворцу, который покажет что-нибудь аномальное его комиссии. К концу 1995 года сумма поднялась до 900 тысяч и осталась невостребованной, несмотря на персональные предложения таким знаменитостям, как Урия Геллер, который усилием мысли гнул ложки. (Именно он в свое время не смог изогнуть металлический ключ под наблюдением Ричарда Фейнмана, о чем рассказывалось в № 9 «Химии и жизни» за этот год. — *Примеч. ред.*) Знаменитости отвечали, что не верят обещаниям — дескать, обманут и не заплатят. Разумеется, дело было в том, что в комиссии Ренди были не ученые-исследователи чудес, а опытные фокусники.

Конечно, я могу высказать множество идей относительно того, как сделать такой трюк. Но я предпочел бы высказаться после демонстрации, которая происходила бы при мне. А на самом деле я не допустил бы никакой демонстрации, а навязал бы свой сценарий проверки, никого не оповещая о нем заранее. До сих пор аномальные явления неизменно разваливались в моем присутствии, что тут же объяснялось моим негативным влиянием («отрицательной энергетикой» или чем-нибудь еще в этом роде). Вся подобная ахинея прекрасно проходит в присутствии публики, жаждущей чуда, причем организаторы шоу обычно хорошо разбираются в людях — кто желателен на представлении, а кто нет. Предполагаю, что Бронников с последователями не захотят играть по нашим правилам и «фокус не удастся». Будущее покажет, верно ли это предположение.





Зодчий-Без-Очей



Владимир Аренев

ФАНТАСТИКА

«Также нами найдены в оазисе глиняные таблички, очень древние, чудом сохранившиеся. Клинописный текст, кажется, удастся расшифровать, хотя на последней из табличек он смазан, словно человек водил по поверхности написанного пальцем; к тому же края табличек обломаны, а часть попросту утеряна».

Из отчета одной экспедиции

...иду по городу, неторопливо, со вкусом, смакуя каждый шаг.

— Доброе утро! — подобоострастно кивает мне разносчик воды.

— Доброе утро! — радостно кланяется купец.

— Доброе утро! — машут крыльями голуби, проваливаясь в колодец неба.

— Доброе утро! — отвечаю я им — всем вместе и каждому в отдельности — улыбкой, жестом, взглядом. Иногда и словами, как, например, верховной жрице храма Весеннего Разлива, моей старинной знакомой. Она смеется:

— Скоро ли достроишь Башню, Зодчий?

— Скоро! Очень скоро! — И добавляю с запоздавшим смирением: — Если будет угодно богам, разумеется.

Она с серьезным видом подтверждает:

— Угодно. — Но глаза ее по-прежнему смеются. — А разве, — добавляет, — тебя остановило бы, если б они были против? — И уходит, не дожидаясь ответа. Да он ей и не нужен.

А я продолжаю свой путь, приветствуя город и его обитателей: «Доброе утро, доброе утро, доброе...»

— Доброе утро, пустой человек.

Я встречаю пристальный взгляд слепых глазниц Безмятежного Дядюшки и пожимаю плечами:

— Доброе.

Дядюшка — местный умалишенный, впрочем, тихий, неназойливый. Лишь иногда он произносит туманные проповеди — стенам, мостам, деревьям, норовящей бросить в него камень ребягине. Ему все равно, он улыбается миру, как улыбается своей возлюбленной познавший взаимность юноша. Как улыбаюсь я своей Башне.

— Доброе утро, Дядюшка. Но почему ты назвал меня пустым человеком? Я не пустой, устойчивый, быть может, но не...

Он пожимает плечами:

— Ты не только пустой, ты еще и слепой человек. Но скоро ты прозреешь. Ступай, я буду молиться за тебя.

— А я — за тебя, — отвечаю ему (мое настроение сегодня ничем не испортить!). И иду дальше — по мостовым, через площади, сквозь базарную толчею, крики верблюжьих погонщиков, вопль новорожденного, столбы солнечного света, увязшие в узорчатых решетках храмовых окон... Иду через город к Южным воротам — на Молитвенный Утес, где вот уже более трех десятков лет тянется к небесам она — моя возлюбленная, моя мечта, моя жизнь!

Башня.

Она рождается не в первый, но в последний раз. Сперва она поднялась, выстроенная из обломков кирпича и кувшинных черепков на внутреннем дворике дома моего отца. Тогда она едва дотягивалась мне, мальчишке, до пояса и была хрупкой, непрочной, уродливой (теперь я это отчетливо понимаю). Позже она часто снилась мне — и всякий раз становилась совершеннее и завершеннее. Ее образ преследовал меня, не давал покоя ни во сне, ни наяву. «Возведи меня!» — требовала она.

Я не мог и не желал противостоять этому зову!

И я возвел ее во второй раз — в чертежах на глиняных табличках, в словах, обращенных к Совету высших жрецов. Совет поддержал меня — мою идею возвести высочайшую башню как монументальную молитву богам в благодарность за их доброту и щедрость. Поддержал меня и Правитель, ибо Башня привлекала бы в город толпы паломников, а кроме того, стала бы маяком для мореходов. А для меня это было величайшее проявление человеческого духа, созидательный акт, сравнимый с актом сотворения мира.

Но как далек я был тогда от того дня, когда на строительную площадку лег первый камень фундамента, и уж тем более от момента завершения Башни! Больше года потребовалось лишь для того, чтобы опросить оракулов и собрать благоприятные знамения; еще столько же, чтобы подготовить Молитвенный Утес, а вместе с ним и кирпичи, бесчисленные, словно капли дождя; непрерывным потоком, как в половодье, доставить по загодя вырытому каналу асфальт и земляную смолу... И еще тридцать лет, тридцать долгих лет ушло на то, чтобы сегодня я мог смотреть на ее стройное изящное тело, опутанное (пока, но скоро ее снимут!) паутиной лесов.

Я знал, что меня ждет, я был готов к этому. Я лишь надеялся, что доживу до того момента, когда на вершине Башни загорится огонь маяка, когда моя молитва к тем, кто создал этот мир, зазвучит между небом и землей — вольно, ярко, вдохновенно!

Скоро, уже скоро, скорее, чем я мог предположить! Сегодня я отчетливо видел это, глядя на ее точеный силуэт, перечеркивающий небеса. Всего пару месяцев, и огонь маяка зажжется. «Еще немного терпения и труда!» Я улыбаюсь миру и начинаю свое извечное, кажущееся ежедневное восхождение на Утес, чтобы...

...приснился сон. И я не знал, кошмар это или наоборот — благое знамение из будущего.

Поднявшись с постели, я вышел во внутренний дворик и присел на бортик фонтана. Журчание прохладных струй немного успокоило меня, а шелест листьев смоковницы и лунный свет словно вернули обратно — в эту ночь, в мой собственный дом. Но мыслями я оставался в том будущем, которое привиделось мне во сне.

Я видел, как в корзине, сплетенной из золотых прутьев, Правитель несет по лестнице на самую вершину Башни последний камень, чтобы уложить его в основание храмового алтаря. Точно так же нес он и уложил первый кирпич в фундамент Башни; первый — во второй укладывал я, и рука моя не дрогнула!

Теперь она дрожит, эта рука. Она состарилась, она покрыта шрамами и мозолями, и на ней недостает безымянного пальца, которого я лишился шесть лет назад, когда нерадивые рабы не проверили новые канаты лесов на прочность. Мои мысли сейчас уподобились тем канатам: они звенят и лопаются, одна за другой! И разум мой, как сидящий в люльке скульптор, вот-вот обрушится вниз, в пучину безумия.

Я поднимаюсь с бортика фонтана и начинаю мерить шагами дворик, по привычке отсчитывая расстояние. Отмечаю, что крайний столбик на галерее покосился, а потом... потом я бью кулаком по шершавому стволу смоковницы — бью опять и опять, до тех пор, пока на руке не проступает кровь, а до сознания не добирается боль.

Только так мне удается прийти в себя. (...Правитель укладывает последний камень, а верховная жрица храма Весеннего Разлива зажигает священный огонь...) Я возвращаюсь к фонтану, но теперь не присаживаюсь на бортик (...дружный гул славословий раскатами грома разносится за стенами Башни, достроенной Башни!...) — я всматри-

ваюсь в черную воду с колеблющимся на ее поверхности Божьим Грошом. (...Достроенной Башни! — вот он, момент, о котором я...) Взматриваюсь в воду — и не могу разглядеть там собственного...

...не понимают. С удивлением и опаской переглядываются у меня за спиной, но — Зодчий приказал! — делают, что я велю. В конце концов, наемным рабочим исправно платят, а рабы, что потомственные, что новые, еще недавно бывшие воинами враждебного нам города огнепоклонников, только радуются: работы приостановлены! Одержимый Зодчий перестал требовать ежечасного, круглосуточного труда! Видно, боги смилостивились, услышали их молитвы!.. Так думают они, эти рабы, но им никогда не узнать правды.

Боги жестоки. Рабам следовало бы вспомнить историю об Охотнике, который расплатился с Безумным Царем «монетой, которая всегда возвращается к своему владельцу». Охотник вручил ему раскаленный Божий Грош, и сколько бы Царь ни пытался выбросить его, Грош всегда снова оказывался в его ладонях. Тогда Царь бросился в море, но даже когда он стал призраком волн, Грош не покинул его. Правда, до Царя владельцем Гроша был Охотник, так что, по сути, Грошей-то стало целых два: один сияет на небесах, второй блестит в воде. Справедливость соблюдена. И лишь когда миру придет время умирать, небо опустится на землю и два Гроша снова станут одним...

Отдав приказания, я спускаюсь с Утеса и смотрю на Башню. Еще одна Башня до сих пор возвышается в моей душе. Но теперь я знаю: когда эта, на Утесе, будет закончена, моя, которая в душе, рухнет. И тогда... что тогда?

С горечью вспоминаю слова Безмятежного про...

...недопустимо! — заявляет Правитель.

За прошедшие годы он сильно подряхлел, сдал, но воля его по-прежнему подобна Утесу: такая же нерушимая и бесспорная — воля воплощенного на земле божества. Перечить ему невозможно, немислимо.

Но я все-таки осмеливаюсь.

— Мне было знамение, — говорю я. — Боги одарили меня вещим сном. И велели на время приостановить строительство.

И я пересказываю ему выдуманный сон, а Правитель слушает. И слушают, внимательно наблюдая за мною, крылатые быки и львы с человеческими головами, и недоверчиво колышется пламя в светильниках, и зал, длинный, гулкий, пустой тронный зал подхватывает мои слова и играет ими, стены перебрасывают их, как мальчишки тряпичный мяч, набитый травой, и в конце концов зашвыривают их в угол: что за чушь!

Пусть так: у меня не было ни времени, ни выбора, но я верю в то, что приостановить строительство необходимо, и твердо гляжу в третью снизу ступеньку, ведущую к трону, и жду приговора.

И он звучит — но не сверху, из уст Правителя, а откуда-то из-за моей спины.

— Извини, Зодчий, — говорит мне верховная жрица. — Ты ошибся. Ты видел сон, но неверно понял его. Боги настаивают на скорейшем возведении Башни.

Я склоняюсь в глубоком поклоне: ниже, еще ниже.

— Как будет угодно богам...

Она догоняет меня уже в коридоре, точнее, не догоняет, а выходит из-за очередного поворота, совсем не запыхавшаяся, с мягкой улыбкой на губах.

— Итак, ты понял, — утверждает она. И в голосе ее печаль.

— О чем ты?

— Ты знаешь, о чем. Ты понял, что строительство Башни вот-вот завершится — и тогда она перестанет быть твоей. Ты, бывший никем и ставший великим Зодчим, снова станешь никем, хотя и останешься великим Зодчим. Жизнь твоя превратится в бессмыслицу, ибо ты всецело посвятил ее Башне, только ей.

— Так ты решила этим отомстить мне за старое?

— Я решила спасти тебя.

Качаю головой:

— Я думал, все наши ссоры и разногласия в прошлом. Ты ведь стала жрицей, верховной жрицей. Я никогда не смог бы дать тебе и половины того, что есть у тебя сейчас.

— Зодчий, ты такой же, каким и был, ты не повзрослел ни на минуту с того дня, когда решил посвятить себя Башне. Но нельзя вечно оставаться мечтателем. Пора взрослеть. — И она уходит, а я гляжу ей вслед, сжав кулаки, не в силах изменить ее решение, которое обязывает меня строить Башню дальше, выше, до самых небес, до последнего камешка, после которого я, Зодчий, закончусь, иссякну, погасну для мира.

Иду по городу.

— Добрый день, пустой человек.

Безмятежный Дядюшка улыбается мне, как улыбается всегда — стенам, мостам, деревьям, норовящей бросить в него камень ребячине. Ему все равно. Да нет, понимаю я вдруг, ему хорошо!

— Добрый день, Дядюшка. Недавно ты назвал меня еще и слепым. Но кажется, я прозрел. Слишком поздно, но...

Он пожимает плечами:

— Ты по-прежнему слеп, пустой человек. Тебе только кажется, что ты прозрел. Но ничего, скоро ты действительно прозреешь. Я буду молиться за тебя. — Он вздыхает и начинает тихо-тихо напевать:

Промчалась жизнь, прошла, как сон, —

Гаси свечу.

Молитвенное колесо

Кручу, верчу.

Подай мне, Боже, медный грош

От всех щедрот.

Подай мне, Боже, медный грош —

Его хочу.*

Поднимает голову и кладет мне на плечо свой невыносимо тяжелый взгляд:

— Хочешь Божий Грош, Зодчий?

Я только...

...с третьего раза катапульты пристрелялись, и камни наконец начали попадать в Башню. Я стою на крыше своего дома и смотрю. Иногда эти камни падают и в городе — то ли случайно, то ли огнепоклонники решили не надеяться только на мое слово и понемногу пристреливаются к казармам. Слуги пытались увести меня в дом (наш район как раз находился в кварталах, попавших под обстрел), но я отказался.

Я должен видеть все, до конца. Я заплатил достаточно высокую цену за это право и эту возможность. Шестеро огнепоклонников, ожидающих здесь же, во дворе, чтобы я убедился в том, что Башня разрушена, а потом ночью провел их к воротам и помог отпереть засовы, понимают: я в своем праве, и не мешают мне. Слугам я сказал, что эти шестеро — мастера-строители, никоим образом не причастные к нападению на город; кажется, поверили.

Я смотрю. Проломленная в нескольких местах, покосившаяся, она все еще стоит. Камень за камнем попадает в нее — стоит! А потом обстрел прекращается (видно, случилась заминка), и в это время Башня начинает падать.

Она падает медленно, мучительно. Так заваливается на бок старая верблюдица, которой вдруг отказали ноги и которая еще не поняла, что же происходит... В море, в море падает Башня, разбрызгиваясь во все стороны обломками лестниц и колонн, лепных украшений и дверных арок. В море, в волны, в ничто!

Я ждал, что мне станет легче, но ничего не изменилось. Только главный из тех шестерых произносит, тронув меня за плечо:

— Уговор выполнен. Теперь твой черед.

Я рассмеялся ему в лицо:

— Теперь...

Договорить не успел: с улицы доносится шум, потом во внутренний дворик врываются стражники, позади них тащится мой садовник с перекошенным от страха, но решительным лицом. Видно, не поверил моим словам и донес-таки.

«Хорошо, что именно сейчас прибежали, а не раньше», — думаю, глядя, как они заламывают руки огнепоклонникам.

Потом стражники...

* Здесь и далее стихи О.Ладыженского.

...меня, — шепчет верховная жрица. — Прости.

В ее руках — щипцы, которыми она неумело удерживает раскаленный прут; на конце его — круглая печать Правителя. Кажется, щипцы должны быть очень тяжелыми и ей не по силам поднять их. Но она удерживает. А я только благодарен: ведь лучше она, чем палач. Это то единственное снисхождение, которого я удостоился от Правителя.

Смотрю на нее, силясь запомнить каждую черточку ее лица. Она словно догадывается:

— Не надо. Так будет легче. Закрой глаза.

Мотаю непослушной головой — боль пляшет по костям, звенит цепями, на которых я подвешен, острыми когтями терзает грудь. Но я... я хочу видеть. Напоследок.

Она закусывает нижнюю губу и подносит прут к моему лицу. Круглая печать Правителя приближается к правому глазу, и я вскрикиваю, но не от боли: просто я вдруг понял, на что похожа печать!

*Подай мне, Боже, медный грош —
Его хочу.*

И еще один раз, к левой глазнице, подносит...

...в рабство, сперва к огнепоклонникам, потом к кочевникам. Так повелел Правитель, решив, что смерть будет недостаточно суровым наказанием за мое преступление.

Я не роптал. И не ропщу по сей день.

Мои хозяева обращаются со мной сурово, но кормят и поят и позволяют спать по праздникам до самого восхода солнца. В оазисе лучше, чем в городе огнепоклонников или в караване, да я и стар для постоянных странствий в песках — хозяева поняли это и решили оставить здесь. Они считают меня безумцем, а значит, приближенным к богам. На это я только улыбаюсь (безумной, конечно же, усмешкой) и вспоминаю об Охотнике и Божьем Гроше. Те два, что положены в мои глазницы, жгут меня по сей день, но я держу их, крепко прижимаю несуществующими веками к несуществующим глазным яблокам и улыбаюсь.

— Доброе утро! — шороху пальмовых листьев.

— Доброе утро! — попискивающему на стене геккону.

— Доброе утро! — мальчишкам, швыряющим в меня верблюжьем навозом и кусочками коры. — Доброе утро!

— Доброе утро, пустой человек, — говорит мне Безмятежный Дядюшка. Теперь он частенько навещает меня, когда я поселился в оазисе, а раньше приходил от случая к случаю. Мы беседуем с ним, или говорим каждый о своем, или подолгу слушаем друг друга.

— Теперь я действительно ослеп, — говорю я ему.

Он смеется:

— Теперь ты прозрел, пустой человек. Ты прозрел... вот только по-прежнему остался пустым.

— Но почему ты меня так называешь?

— Э-э-э!.. — тянет он на манер здешних старцев-мудрецов. — Э-э-э!.. Сам ведь знаешь — ну так и ответь мне. — И он кладет мне на плечо свой взгляд — дружеский, хитрый, всезнающий.

Отвечаю, сам удивляясь тому, откуда берутся слова:

— Человек, посвятивший себя одной-единственной идее, какой бы великой она ни была, человек, разучившийся радоваться жизни, позабывший о доме, родных, любви, пожертвовавший судьбой, дарованной ему богами, ради Цели... о да, он становится великим человеком, но...

— И ты великий человек, Зодчий! — хохочет он. — Ой, великий!

— ...но такой человек, — продолжаю, отмахиваясь от Дядюшкиных слов, как от назойливой мухи, — такой человек становится пустым человеком: отбери у него Цель, а лучше позволь ей осуществиться — и что же тогда?

— Вот что! — отвечает Дядюшка, хлопая ладонью по песку. Зачерпывает горсть и позволяет ей сыпаться струйками меж пальцев. — Вот что, Зодчий!.. Но ты начинаешь взрослеть, — говорит он Её голосом. — Так взрослей!

И Дядюшка уходит, а я поднимаюсь, чтобы догнать его и спросить: как? Но натыкаюсь на что-то и падаю.

— Эй, осторожнее! — обиженно машет крылами мальчишечий голос. — Ты же всю башню развалил!



ФАНТАСТИКА

— Развалил, — признаюсь, усаживаясь рядом с ним. Нашариваю руками обломки: глиняные черепки, камни, кусочки дерева. — Давно ты ее строишь?

Недоверчивая тишина: все-таки я считаюсь безумцем, а безумцам не пристало задавать такие разумные вопросы.

— Давно, — наконец признается мальчишка. — С самого утра.

— Какая она, твоя башня?

— Разломанная! Из-за тебя! Недаром тебя зовут Зодчий-Без-Очей.

Улыбаюсь:

— Но ты ведь строишь ее не в первый раз, я заметил. И не в последний... Так какая она?

— Как песня, — очень серьезно, по-взрослому, заявляет он. — Я не могу тебе объяснить. А ты... ты правда когда-то был тем самым Зодчим?

— Был. Тем самым.

— А... какой была та Башня?

— Как песня, — отвечаю я. И тихо-тихо напеваю нашу с Дядюшкой:

*Подай мне, Боже, медный грош
От всех щедрот.
Подай мне, Боже, медный грош —
Его хочу.
Мне хорошо с моим грошом,
С Твоим грошом,
Уйти к святым в пресветлый рай,
В ад к палачу.
За все заслуги и грехи
Я заплачу.*

— Здорово, — шепчет мальчишка вечность спустя. — А почему ты тогда ее?.. Нет, не отвечай. Слушай, а ты расскажешь, как ты смог ее построить? Такую!

— Ты вправду этого хочешь?

— Очень!

— Тогда приходи вечером и прихвати с собой глиняные таблички.

— Я не умею писать.

— Тебе придется научиться этому. И еще многому другому.

— Я согласен!

Это хорошо, думаю я, слушая, как он мчитсЯ домой, позабыв про порушенную мной башню из щепок и камней. Это хорошо. Я научу тебя, мальчик, как построить твою мечту, как сделать ее живой, настоящей. Но я постараюсь добиться и намного большего: я научу тебя, сынок, как при этом...

«Найденные таблички, несомненно, являются очередной фальсификацией и никакого интереса для науки не представляют».

Из заключения экспертов



ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ



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



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 BI-дистилляторы
 - Класс аналитической чистоты
- **Дозаторы пипеточные**
 - Механические
 - Электронные
- **Лабораторная посуда**
 - Стеглянная (Чехия, Россия)
 - Фарфоровая (Россия)
 - Пластиковая (Финляндия, Россия)
- **Лабораторное мебель**

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

**С 18 по 21 марта 2003 года в Москве
на территории КВЦ «Сокольники», павильон №1 1а будет проходить
VI Московский Международный Салон промышленной собственности
«АРХИМЕД»**

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

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

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

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


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

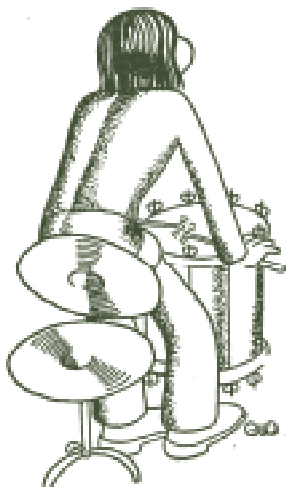
На Салоне будут представлены уникальные разработки в самых различных областях науки и техники, медицины и здравоохранения, новейшие методы обучения и многое другое. Большой раздел экспозиции будет посвящен научно-техническому творчеству детей и молодежи. Гостей и участников Салона ждет также интересная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

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

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

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

<p>8-11 АПРЕЛЯ 2003</p>		<p>Analytica Expo</p> 	
<p>МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА</p>		<p>МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА</p>	
<p>ОРГАНИЗАТОРЫ:</p>    <p>Научный совет Российской академии наук по аналитической химии</p>	<p>ПРИ СОДЕЙСТВИИ:</p> <p>Российский Союз химиков</p> <p>ФГУП "ИРЕА"</p> <p>ЗАО "Росхимнефть"</p>	<p>АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЛАБОРАТОРНАЯ МЕБЕЛЬ И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ</p>	
<p>В рамках выставки пройдут: конференция "Аналитика", XVI Международная научно-практическая конференция "Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии", а также семинары и круглые столы.</p> <p>Организаторы выставки "AnalyticaExpo - 2003" приглашают все предприятия, заинтересованные в развитии данной отрасли, в продвижении своей продукции на рынке и установлении новых деловых партнерских отношений принять активное участие в выставке и мероприятиях, проводимых в рамках выставки.</p> 		<p>По вопросам участия в выставке: КВЦ "Сокольники" Тел./факс: (095) 105-34-82 Факс: (095) 268-08-91 E-mail: simonova@exposokol.ru www.exposokol.ru www.allexpo.ru Директор выставки - Симонова Т. В.</p> 	
		<p>Информационная поддержка: www.chemforum.ru www.chemindustry.ru www.analytica.pochtamt.ru www.geokhi.ru/~rusanalytchem/ www.lab.ru www.chemmarket.info</p>	



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Сажусь направо — песнь заводит

Представьте, как хорошо, нагулявшись по парку, присесть на лавочку. Можно закрыть глаза и... послушать стихотворение или рассказ об истории паркового искусства... Фантастика? Уже нет. Британский дизайнер Мил Стричевич на практике осуществляет идею, которую он вынашивал со времен учебы в Королевском колледже искусств: оснастить улицы английских городов говорящими скамейками, встроив в них проигрыватель звуковых файлов в формате MP3.

Каждый желающий может воткнуть в компьютеризованную лавку наушники от любого плеера или мобильного телефона и слушать. Электричество проигрыватель получает от солнечной батареи, а вот что именно вы услышите, зависит от месторасположения скамейки и от фантазии участвующих в проекте (по сообщению агентства «Alpha-Galileo» от 2 июля 2002 г.).

Например, в городке Барроу-ин-Фернесс скамейки, по замыслу создателей — Стричевича и местного художника Бена Куд-Адамса, — будут знакомить гуляющих с произведениями городских писателей и поэтов. В каждую скамейку встроено целых два проигрывателя. Левосторонний рассказывает публике истории, случившиеся с разнообразными персонажами. Объединяют их два загадочных героя: ковбой Кейт и шотландский велосипедист — бодрый, одинокий и веселый. А с правой стороны лавочки можно послушать стихотворение или коротенький рассказ в дополнение к основному, «левому», повествованию. Изначально финансируемый благотворительным фондом «Arts Council for England» проект так полюбился народу, что отцы города попросили авторов передать умные скамейки в ведение муниципалитета, и теперь местные власти сами будут обновлять звуковые файлы — по мере необходимости и по желанию.

Замечательное изобретение можно использовать не только в развлекательных целях. Оно может работать квалифицированным гидом, правда, неподвижным. Например, московские скамейки рядом с памятником Островскому у Малого театра вполне могли бы декламировать монологи из «Бесприданницы» и «Грозы», а лавочки на Гоголевском бульваре — читать «Ночь перед Рождеством» и «Шинель». Жаль только, что пока с удивительными скамейками можно пообщаться лишь в Англии. Но кто знает? Вдруг и у нас когда-нибудь появится говорящая садово-парковая мебель, и, присев пердохнуть, можно будет послушать о чудесных приключениях сэра Макса из Ехо или узнать что-нибудь новенькое об Эрасте Фандорине.

С. Комаров

Пишут, что...



...в XXI веке сверхпроводящие материалы сыграют столь же важную роль, какую сыграли полупроводники в XX веке («Успехи физических наук», 2002, № 6, с.722)...

...обнаружены признаки сверхпроводимости при 110 К в образце из титана, покрытом диффузным слоем борида TiB_2 («Письма в ЖЭТФ», 2002, № 11–12, с.684)...

...атомное ядро, которое теоретически описывает «капельная» модель, может претерпевать фазовый переход «жидкость—пар» («Physical Review Letters», 2002, т.88, с.042701)...

...основными соединениями, загрязняющими атмосферу, принято считать CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , H_2S , NO_2 , NO , N_2O , а также различные углеводороды («Нефтехимия», 2002, № 3, с.163)...

...современное содержание углекислого газа в атмосфере минимально за последние 600 млн. лет («Геоэкология», 2002, № 4, с.311)...

...сейчас один кубический сантиметр из каждого кубометра воздуха перерабатывают с целью получения кислорода, азота, криптона, ксенона и неона («Химическое и нефтегазовое машиностроение», 2002, № 7, с.32)...

...около 45% населения нашей планеты сосредоточено в Юго-Восточной Азии, занимающей лишь 6,5% площади суши («Известия Академии наук, серия Географическая», 2002, № 3, с.10)...

...от эпидемии СПИДа, которая началась примерно двадцать лет назад, уже умерло около 22 млн. человек («Вестник РАН», 2002, № 7, с.596)...

...во всем мире растет заболеваемость гепатитом С, и в России эта тенденция особенно четко выражена («Химико-фармацевтический журнал», 2002, № 5, с.55)...

...сейчас известны более ста онкогенов, а также около пятнадцати генов-супрессоров опухолей, и список тех и других продолжает увеличиваться («Science», 2002, т.297, с.63)...



...в Хьюстоне (Техас) создан центр по выведению различных генетических линий мышей, в котором для этих зверьков есть 40 000 клеток («Nature», 2002, т.417, с.785)...

...примерно 35% генов дрозофилы имеют свои аналоги в геноме нематоды («Генетика», 2002, № 8, с.1079)...

...располагая 2,8% населения и 12,8% территории мира, Россия имеет 5% разведанных запасов нефти и 32% — природного газа («Теоретические основы химической технологии», 2002, № 4, с.418)...

...рождаемость в России сейчас в два раза ниже, чем необходимо для простого воспроизводства населения («Вестник РАМН», 2002, № 7, с.43)...

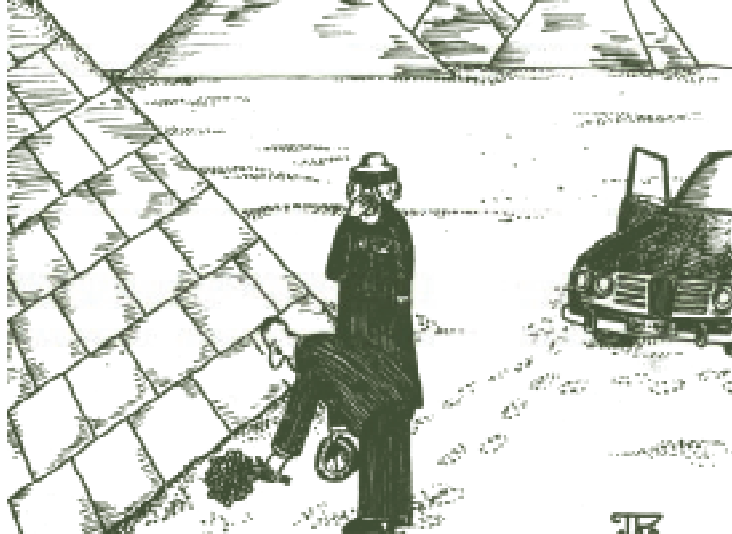
...если за последние полвека численность населения Земли увеличилась вдвое, то производство зерна — втрое, потребление энергии — вчетверо, экономическая активность — впятеро («Исследования Земли из Космоса», 2002, № 2, с.7)...

...мировое производство искусственных волокнистых материалов в 2000 году составило 62 649 млн. т, что соответствует 9,6 кг на каждого жителя Земли («Химические волокна», 2002, № 3, с.3)...

...изношенные автомобильные шины представляют собой ценнейшее сырье, содержащее 65% высококачественной резины («Химия и рынок», 2002, № 2–3, с.19)...

...в 1990 году в мире было 129,6 млн. га лесных плантаций (это 3,2% площади всех лесов), из которых 98,9 млн. га — в странах с умеренным климатом, а 30,7 — в тропиках («Известия вузов. Лесной журнал», 2002, № 3, с.34)...

...правительство Норвегии учредило для математиков премию имени Нильса Хенрика Абеля, которая будет для них аналогом Нобелевских премий, присуждаемых физикам, химикам и физиологам («New Scientist», 2002, № 2345, с.27)...



Стареть нужно весело

Американские ученые пришли к выводу, что можно продлить себе жизнь, если относиться к собственной старости с оптимизмом. Бекка Леви и ее коллеги из Йельского университета уверены, что на продолжительность жизни влияет не столько состояние здоровья, сколько отношение к ней. Те, чьи мысли о предстоящей старости не слишком веселы, лишают себя как минимум семи лет жизни.

Участниками исследования стали жители небольшого городка в штате Огайо — 338 мужчин и 322 женщины. Двадцать три года назад, когда каждому из них было немногим больше 50, они ответили на вопросы анкеты, целью которой было выяснить отношение этих людей к собственной старости. Надо было, например, согласиться или не согласиться с утверждением: «С годами вы становитесь все бесполезнее». В нынешнем году авторы работы сравнили результаты того опроса с данными о смертности в этом городке. Оказалось, что продолжительность жизни тех, кто с оптимизмом смотрел в будущее, примерно на 7,5 лет больше, чьи представления о старости были исключительно негативными.

Этот результат не изменился, когда были учтены и другие факторы — возраст, пол, социально-экономическое положение, одиночество, общее состояние здоровья. Позитивное отношение к старости влияет на продолжительность жизни сильнее, чем низкое кровяное давление или уровень холестерина: каждый из этих факторов способен продлить жизнь максимум на четыре года. Отсутствие вредных привычек, небольшой вес, любовь к физическим упражнениям добавляют всего от года до трех лет.

Ученые также выяснили, что оптимистичное представление о самом себе в старости удлинит жизнь, только если у человека есть желание жить, но на ее продолжительность воля к жизни никак не влияет. Ответ сердечно-сосудистой системы на стрессы также зависит от взгляда на старость: чем негативнее к ней относятся, тем больше шансов получить инфаркт или инсульт.

Подобные отрицательные стереотипы люди не приобретают со временем, а скорее всего, усваивают еще в детстве.

«Обескураживающий результат нашего исследования таков: негативное отношение к собственной старости снижает продолжительность жизни. Обнадеживающий — позитивное отношение к собственной старости продолжительность жизни увеличивает», — говорят авторы. Выбор — за нами.

Е. Сутоцкая



В.ЮРЧЕНКО, Омск: *Вы правы, перекись водорода не может быть твердой, а таблетки «Гидроперит» — то комплексное соединение перекиси водорода с мочевиной, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$, которое содержит около 35% перекиси.*

М.Н.ЛОБАНОВУ, Ужгород: *Ни в коем случае нельзя использовать как пряность сушеные цветы пижмы — это средство весьма сильного действия; дичь в старину приправляли листочками пижмы, и то исключительно молодыми, свежесрезанными и в малом количестве; так что придется вам подождать до лета.*

Н.В.ЖУКОВУ, Санкт-Петербург: *Лук на самом деле помогает от насморка, точнее, запах свежего лука обеззараживает воздух; если у больного от запаха лука насморк усиливается, то это говорит об аллергической реакции и лучше попробовать другое лечение.*

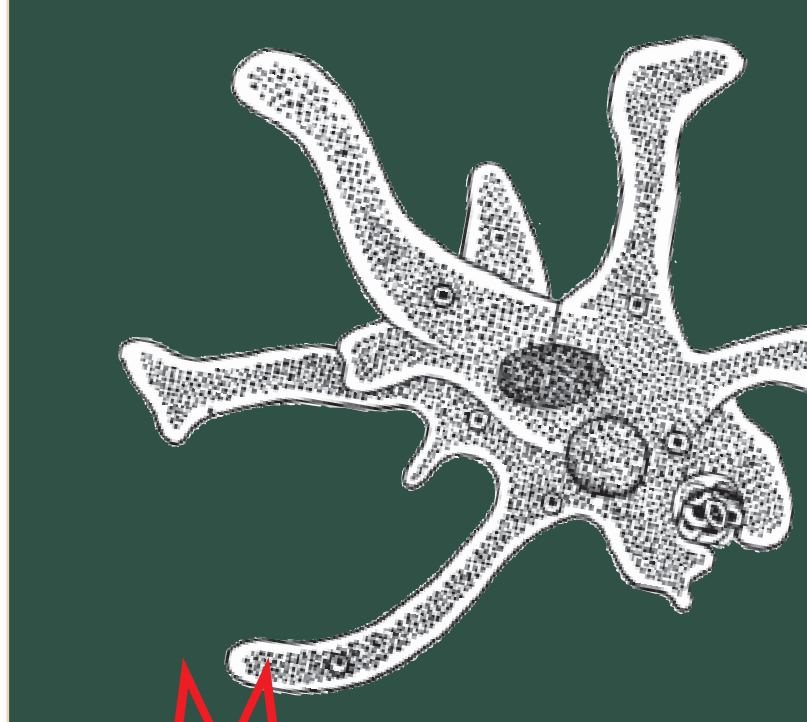
Л.Б.ПЕТРОВОЙ, Томск: *Постоянно держать включенными УФ-детекторы валют вряд ли опасно «для генетики», а вот для глаз — действительно нехорошо.*

А.В.СОЗНЕВОЙ, Москва: *Рисующие орангутаны из Московского зоопарка после заметки в «Известиях» «Портретист с хвостом» могут смело подавать на журналистов в суд: хвостов у орангутанов нет, да и выражение «обезьяны, особенно приматы» — классический пример масла масляного.*

Б.И., Люберцы: *Метронидазол (трихопол) помогает не только при трихомонозе, но и при других протозойных (вызванных простейшими) заболеваниях, в том числе и тех, которые передаются половым путем, а кроме того, его назначают при лечении алкоголизма; но зачем же сразу думать о людях самое плохое...*

Неизвестному из Интернета: *Уж коли вы просите редакторов об услуге, уместно, во-первых, представиться, а во-вторых, добавить «пожалуйста» или какое-нибудь еще вежливое слово.*

Торговому дому «Белая Гвардия»: *Спасибо за рекламу ваших «цеолитных фильтров, которые очищают воздух до 0,0001 микрона»; принимая во внимание, что одна десяти тысячная микрона — это 1 ангстрем, просим уточнить: вы очищаете воздух только от углекислого и угарного газов или от кислорода тоже?*



Мир, в котором мы живем, населен амебами. Их великое множество: голых и покрытых раковиной, одноядерных и многоядерных, паразитов и свободно живущих в воде и почве. Есть даже амебы, которые объединяются в многоклеточный организм. Многие выглядят так, что неспециалист ни за что не признает в них родственника того простейшего, которого мы представляем себе при слове «амеба». А вспоминаем мы самую простую из них, амебу протей — одноклеточную, голенькую, прозрачную, с единственным крупным ядром. Ее проходят в школе и изучают в лабораториях.

Вообще-то людям должны быть интереснее и ближе другие амебы, например кишечная амеба, безвредное существо, которое живет в кишечнике человека и питается его содержимым. Или дизентерийная амеба — она, как правило, тоже безобидна, живет в толстой кишке и ест бактерии, но иногда вдруг проникает в слизистую оболочку кишечника и начинает там питаться и размножаться. В результате слизистая оболочка кишечника покрывается язвами, а человек страдает кровавым поносом. А есть еще зубная амеба, которая, возможно, ползает сейчас по вашим зубам, если вы их плохо почистили. Но ученые избрали объектом исследования амебу протей, привлеченные ее крупным размером и кажущейся простотой. Однако амеба оказалась не так проста.

Сложности начались с истории открытия. Общеизвестно, что первым увидел живую амебу в 1755 году Резель фон Розенхоф и назвал свою находку «маленький протей». Но когда двести лет спустя ученые проанализировали рисунки Розенхофа, оказалось, что в действительности он наблюдал очень своеобразный организм, пеломиксию, который к амебам вообще не относится. На самом деле честь открытия классического представителя голых амеб принадлежит Петру Симону Палласу (1766 г.). Ученый назвал увиденное существо *Volvox proteus*. Слово «амеба» появилось только в 1822 году, а современное наименование вида, *Amoeba proteus*, и его более или менее точное описание — еще на полвека позже.

Непростое это оказалось занятие — амебу описывать. Ни окраски, ни ворсинок у нее нет. Тело напоминает кляксы. Некоторые ранние исследователи утверждали, будто амебы вообще не имеют определенной формы, но это не совсем так. Амеба, которая сидит неподвижно или «топчется на месте», действительно выглядит произвольно. Однако, двигаясь целенаправленно, она принимает характерную форму, по которой ученые и определяют, к какому виду относится данное простейшее. Отличительные признаки ползущей *Amoeba proteus* — несколько

Правда об амебе



Кандидат
биологических наук
Н.Резник



ЖЕРТВА НАУКИ

выростов разного размера на передней части клетки (такие выросты называются псевдоподиями, а по-русски ложноножками). Если же эта амеба очень торопится, то сплющивается и сильно вытягивается.

Даже специалисты признают, что идентификация и определение амёб — дело сложное. Поэтому большинство ученых, которым нужна амеба протей, предпочитают работать не с природным материалом, а с лабораторными штаммами известного происхождения: это позволяет сопоставлять результаты, полученные в разных лабораториях. Но чтобы ввести амебу в культуру, ее сначала нужно поймать. Эти существа живут в мелких затененных и заросших водоемах с медленным течением. Самая благоприятная температура для их размножения 18–20°C. Зачерпнув из прудика, пробам воды и ила дают отстояться, а потом, если повезет, в придонном слое и на поверхности листьев находят амёб. Обнаруженные экземпляры отсаживают в стеклянные сосуды (выбирать подходящую тару тоже надо с умом — некоторые сорта стекла для амёб токсичны!) со специальным солевым раствором, где амёбы живут и размножаются, делясь один раз в два-три дня. Амёбы — хищники. В природе они успешно гонятся за очень подвижными инфузориями, парамециями и тетрахименами, развивая при этом скорость до 0,2 миллиметров в минуту. Хорошо промытыми инфузориями их и кормят в лаборатории. Кормление амёбы используют для учебной демонстрации фагоцитоза — захвата клеткой твердых частиц в пищевые вакуоли. Все прекрасно видно — и вакуоли, и этапы поглощения: амеба-то прозрачная.

Но такой наглядный процесс для амёбы скорее исключение, чем правило. Взять, например, ее перемещение. Есть даже термин «амёбидное движение»: таким способом, выпуская ложноножки, движутся не только всевозможные амёбы, но и некоторые клетки иммунной системы млекопитающих, макрофаги например. Амёбидное движение изучали, главным образом, на *Amoeba proteus*. Под микроскопом хорошо видно, как поток цитоплазмы ударяется в растущую псевдоподию, продвигая клетку вперед, а сам растекается по клеточным стенкам наподобие струй фонтана. Но чтобы внятно объяснить, как именно амеба переносит свою цитоплазму, ученым понадобилось почти шестьдесят лет. Оказалось, что движение *Amoeba proteus* обеспечивают несколько механизмов, относительно независимых друг от друга, а под клеточной мембраной у простенькой амёбы находится сложная структура, состоящая из актина и миозина — белков, составляющих мышцы многоклеточных животных. Сейчас ученые убеждены, что такой, отнюдь не элементарный, способ перемещения мог возникнуть только в результате длительной эволюции.

Генетическое устройство этого простейшего тоже не оправдало надежд специалистов, ищущих удобные модели. У амёбы протей оказалось больше пятисот хромосом, причем очень мелких, так что за ними и не понаблюдаешь. Полового процесса нет, поэтому обмена хромосомами между амёбами не происходит. Но все же генетики использовали возможности, которые предоставляет им крупное прозрачное одноклеточное существо с большим ядром. Амеба протей достигает 0,5 мм,

и при этом великолепно выдерживает механические повреждения. Это идеальный объект для микроманипуляции. С помощью специальных стеклянных крючочков, иголочек и капиллярчиков можно пересаживать ядро или цитоплазму из одного штамма амёбы другому. Таким образом советский ученый А.Л.Юдин обнаружил несовместимость ядра и цитоплазмы у разных клонов *Amoeba proteus*, а кроме того, показал, что некоторые наследственные признаки амёбы (устойчивость к этиловому спирту, форма клетки, теплоустойчивость) зависят от генов, расположенных в ядре, а не от свойств цитоплазмы.

А еще на амёбах пытались решить проблему бессмертия. Зарубежные исследователи Даниелли и Маглтон обнаружили, что при достаточном питании амёбы растут, многократно делятся и это может продолжаться сколь угодно долго. Если же содержать амёб в более суровых, «поддерживающих» условиях, они перестают размножаться и в конце концов погибают. Установив это, ученые продержали амёб несколько недель на голодной диете, а потом пересадили в среду, богатую пищей. Но амёбы, вопреки ожиданию, не обрели вечную жизнь. Хотя рост и деление возобновились, культура жила только ограниченное время — от 30 дней до 30 недель. Так мир узнал, что даже у бесполой простейшей смертность или бессмертие находятся в тонкой зависимости от условий культивирования. Но в какой именно? Опыты ставили в 1959 году, а ответа нет и по сей день. Все-таки жизнь амёбы — загадка для нас.



ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ — ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ!



МОСКВА - 2003

Четвертый Международный Форум

The Fourth International Forum
"High Technology of XXI"

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

XXI ВЕКА

“ВТ XXI - 2003”

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

Организаторы:

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

Министерство промышленности, науки и технологии
Российской Федерации

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

Российский фонд развития высоких технологий - РФРВТ

Московская торгово-промышленная палата - МТПП

По вопросам участия обращаться:
Международная конференция

Форум ВТ XXI - 2003
Выставка ВТ - 2003

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

АО “ЭККОС” ООО “ЭКСПО-ЭККОС”
тел.: (095) 331-0501
331-1333
факс: (095) 331-0900
331-0511
e-mail: expococos@nii-ecos.ru
www.nii-ecos.ru/expococos