



XXI

12
2003

ЖИЗНИ И ВРЕМЕНИ







Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

12
2003

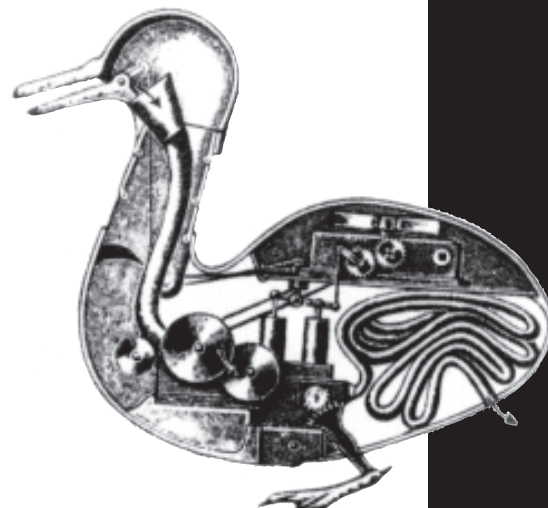
*Помни, что за одним
небольшим исключением
мир состоит из других.*

Оливер У. Холмс



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье «Новая роль АТФ»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
иллюстрация из арабского манускрипта XII века
«Корабль, пересекающий Персидский залив».
Преодолевая однообразные морские просторы,
человек мечтал о других мирах. И только
сравнительно недавно для него открылся полный
удивительных созданий мир подводный.
Об этом читайте в статье «Живая порода»*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Главный художник
А.В.Астрин
Ответственный секретарь
Н.Д.Соколов

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

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

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

Подписано в печать 05.12.2003
Допечатный процесс ООО «Марк Принт
энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47
Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

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

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

На журнал можно подписаться
в агентствах:
«Роспечать» — каталог «Роспечать»,
индексы 72231 и 72232
(рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)
«АРЗИ» — Объединенный каталог
«Вся пресса», индексы — 88763 и 88764
(рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)
«Вся пресса» — 787-34-48
«Информсистема» — 124-99-38, 127-91-47
«Интерпочта» — 925-07-94, 921-29-88
ООО «Урал-Пресс» — 214-53-96
ЗАО «АиФ-Эскорт» — 319-82-16
В Санкт-Петербурге
«ПитерЭкспресс» — (812)325-09-25
На Украине «KSS» — (044) 464-02-20

© Издательство
научно-популярной литературы
«Химия и жизнь»



8



34

На рубеже веков в химии
изменилось все: цели, объекты,
методы, стратегия и тактика
работы, характер
взаимодействия со смежными
дисциплинами. А потому
сегодня требования
к подготовке химиков нового
поколения стали совсем иными.

Недавно Стивен Хокс
из университета штата Орегон
опубликовал статью с лихим
названием «Стекло не течет,
не кристаллизуется и не является
жидкостью». Как мистер Хокс
пришел к такому выводу?

ИНФОРМАУКА

ЧТО ЖДЕТ ЛЕДНИКИ	4
ЗЕМЛЮ И ЛУНУ СВЯЖЕТ КАБЕЛЬ ИЗ НАНОТРУБОК?	4
ПЛАСТИЧНЫЙ БЕТОН	5
ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ТКАНИ ОЦЕНИВАЮТ ПО СПЕКТРУ	5
УЛЬТРАЗВУК РАЗГЛЯДЕЛ СОСУДЫ МОЗГА	6
ВИРУС ГЕРПЕСА В СПЕРМАТОЗОИДАХ — ПРИЧИНА БЕСПЛОДИЯ?	6
СИГНАЛЬНОЕ ПОЛЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	7

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Ю.А.Устынюк ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: СМЕНА МЕТОДОВ И ПОКОЛЕНИЙ	8
Р.С.Сайфуллин, А.Р.Сайфуллин НОВАЯ ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА	14
А.У.Зиганшин АТФ: НОВАЯ РОЛЬ ДЛЯ СТАРОГО ЗНАКОМОГО	18

ВНИМАНИЕ, КОНКУРС!

Л.А.Блюменфельд ПРОБЛЕМА ИНДИВИДУАЛЬНОГО СОЗНАНИЯ	24
--	----

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Л.Ашкинази ЗАЧЕМ НАМ МОЗГИ?	27
--------------------------------------	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Котина ДОЗИМЕТРИЯ БЕЗ ДОЗИМЕТРА	30
--	----

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

И.А.Леенсон СТЕКЛО НЕ ТЕКЛО?	34
Л.Намер ОКОЛО СТЕКЛА	37

1. Я знаю, что у меня есть свободная воля и душа.
2. Я не знаю принципов взаимодействия между душой и телом и думаю, что их никто не знает и знать никогда не будет.

24

В номере

4

ИНФОРМНАУКА

О методе лазерно-индуцированной флуоресценции, позволяющем очень быстро оценить жизнеспособность донорской ткани.

14

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Возможно, уже сегодня российский школьник, утверждающий, что фосфор — элемент V группы, будет непонят зарубежными сверстниками: у них фосфор давным-давно в 15-й группе.

30

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Рассказ о том, как по зубной эмали можно определить дозу излучения, полученную человеком.

40

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

О примитивной живой системе «рот-живот», которая возводит рифы и формирует удивительные подводные пейзажи.

54

ЖЕРТВА НАУКИ

«И вообще, зря социологи на меня нападают. Зря они гадости обо мне рассказывают. Не может быть, чтобы это правдой было — что я год от года все лучше о себе думаю и все хуже обо всех окружающих».



52

Чтоб поверила целая нация,
Важны мимика и интонация.
И взволнованный этнос
Осознает, что бедность —
Всенародная галлюцинация.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Д.Я. Фашук
ЖИВАЯ ПОРОДА 40

КНИГИ

Л.И. Верховский
ФИЗИКА ЧАСТИЦ: ОТ ЛОСКУТНОГО ОДЕЯЛА К ГОБЕЛЕНУ 48

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Г. Варденга
«ЧТОБ ПОВЕРИЛА ЦЕЛАЯ НАЦИЯ,
ВАЖНЫ МИМИКА И ИНТОНАЦИЯ» 52

ЖЕРТВА НАУКИ

Л. Ашкинази
ЧЕЛОВЕК — ЖЕРТВА СОЦИОЛОГИИ 54

ФАНТАСТИКА

Г. Власов
ПРОЕКТ «РАЗУМ» 61

КНИГИ

Л. Хатуль
ЕСТЕСТВЕННЫЙ КАПИТАЛИЗМ 65

ИНФОРМНАУКА

ПРОВОДНИК ИЗ ОПИЛОК 66
ЕЩЕ РАЗ О «МОРЖАХ» 66

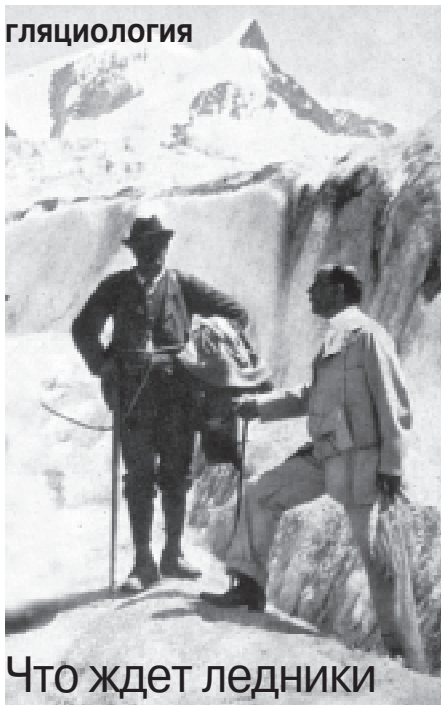
УКАЗАТЕЛЬ

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 2003 ГОДУ 69

НОВОСТИ НАУКИ	22	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	28	ПИШУТ, ЧТО...	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	44	ПЕРЕПИСКА	72



ГЛЯЦИОЛОГИЯ



Что ждет ледники

Глобальное изменение климата, естественно, затронуло и ледники. Как изменились в последнее время площадь и размер ледников Кавказа и что ждет их в будущем? На эти вопросы отвечают исследователи из Северо-Кавказской гидрометеослужбы, meteo@aanet.ru, admin@rost.mecom.ru.

Размеры оледенения Большого Кавказа изменяются уже несколько столетий. При этом площадь ледников, их объем и длина уменьшаются, а число увеличивается за счет того, что крупные ледники распадаются на более мелкие. Нижняя граница оледенения поднимается вверх. Так, за последнее столетие площадь кавказских ледников сократилась на 36%, а объем — на 48%, в то время как самих ледников стало больше, несмотря на то что 535 из них растаяли. Ледники стали в среднем на 600 метров короче, а толщина льда уменьшилась на 50–150 метров в нижних частях и на 20–30 метров в верхних частях.

В последние десятилетия (с 1970 до 2000 года) характер оледенения Кавказа продолжает меняться на фоне увеличения атмосферных осадков на 10–15% и температуры воздуха на 1 градус. За это время площадь ледников сократилась на 12%, объем льда — на 15%, а число лед-

ников увеличилось на 2,4%. Ледники продолжали отступать и за 30 лет укоротились в среднем на 100 метров. Хотя некоторые ледники за это время, наоборот, переходили в наступление, но эти наступления были гораздо менее масштабными, чем в прежние времена, в основном они не превышали 50–100 метров (речь в данном случае не идет о печально известном леднике Колка).

В будущем ледники Кавказа тоже не останутся на месте. В соответствии с палеоклиматическим сценарием к 2050 году площадь оледенения по сравнению с началом века уменьшится на треть, так же, как и объем льда, а длина ледников сократится на 150 метров. Число ледников станет больше на 4% в основном опять-таки из-за их распада на более мелкие. Ледники будут исчезать главным образом в западной и восточной окраинных частях Большого Кавказа. Уменьшение оледенения скажется и на сокращении ледникового стока — он станет на 37% меньше. Но рекам пересыхание не грозит, поскольку они будут подпитываться все большим количеством осадков.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Землю и Луну свяжет кабель из нанотрубок?

Ученые из Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН сконструировали и испытали новый аппарат для получения нанотрубок. По мнению ученых, это именно тот материал, из которого можно сделать транспортный кабель, связывающий Луну с Землей (arcadii@iptm-hpm.ac.ru).

Еще в начале прошлого века появилась идея создать транспортный кабель между Землей и Луной, чтобы можно было доставлять грузы с нашей планеты на Луну. Но до последнего времени не было материала, который позволил бы воплотить эту идею в жизнь. Полимеры не выдержат космического излучения, а кабель из стали будет иметь огромный вес. Самый прочный сегодня материал «Спектра 1000» позволит создать кабель длиной лишь 315 км, потому что более длинный трос просто не выдержит собственного веса.

Углеродные нанотрубки очень хорошо подошли бы на роль конструкционного материала для подобного кабеля. По оценкам ученых, из него можно сделать легкий трос необходимой длины, который будет в 50 раз прочнее самых прочных нынешних материалов. Проблема в том, что делать нанотрубки хорошего качества и в большом количестве пока не научились: технологии либо очень дороги, либо осуществимы только в лаборатории. Так что пока это достаточно экзотичный материал, и его цена колеблется от 60 до 100 долларов за 1 грамм.

Ученые из Черногловки сделали установку, в которой можно получать приличные количества нанотрубок высокого качества. Установка работает по простой схеме: спирт, глицерин или их смесь из охлаждаемой камеры поступают в зону графитового стержня-нагревателя, где температура достигает 1000–2000°C. В результате происходит сверхбыстрый нагрев и сгорание вещества. Чтобы высокая температура не повреждала конечные продукты, их осаждают на специальный стеклоглеродный колокол, который накрывает установку, либо удаляют из камеры вместе с парами и газами.

Обычно такого рода осадки содержат и аморфный углерод, и сажу, и различные частицы, покрытые оболочкой из углерода, а также углеродные волокна и нанотрубки. Однако в данном случае ученых ждал сюрприз: в осадках, полученных на установке, обнаружили только нанотрубки и волоконный углерод. Никаких других примесей не было. А это значит, что трудоемкой очистки уже не потребуется. Толщина волокон составляет 30–150 нм, а нанотрубок 20–50 нм при длине несколько микрометров.

Ускорить рост нанотрубок можно с помощью катализаторов — железа, никеля, кобальта и золота. Если на поверхность нанести тонкую пленку из такого катализатора в виде какого-нибудь рисунка, то нанотрубки будут осаждаться только на рисунок.

В принципе, подобные установки могут лечь в основу промышленного производства нанотрубок. И кто знает, может, уже не за горами то время, когда нанотрубочный канат свяжет Луну с Землей.



ТЕХНОЛОГИИ

Пластичный бетон

Российские технологи из РХТУ им. Д.И. Менделеева создали пластичный бетон. Он хорош для изготовления взлетно-посадочных полос аэродромов, испытывающих сильные ударные и вибрационные нагрузки, в бетонировании причальных стенок портов, подверженных коррозии, а также для фундаментов зданий в сейсмоопасных районах и в туннелях метро.

Чтобы повысить пластичность затвердевшего цементного раствора, входящего в состав бетона, необходимо изменить контакты между кристалликами этого материала: вместо жесткого контакта кристалл-кристалл получить более подвижный контакт, например через тончайшую органическую пленку. Ученые из Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева предложили добавлять в бетонную смесь особую битумную эмульсию, состав которой они тщательно подобрали.

Поскольку добавки искусственных полимеров достаточно дороги, ученые взяли продукт переработки нефти — дорожный битум, по свойствам сходный с полимером. Однако растворенный в воде битум не может равномерно распределиться и укрепиться на поверхности частиц цемента. Тогда ученые попробовали ввести в состав битумной эмульсии специальное поверхностно-активное вещество. По словам руководителя работы С.Сивкова, ученые буквально заставили битум растянуться тончайшей пленкой по поверхности зерен затвердевшего цемента. В результате получился бетон с повышенной ударной прочностью, которая зависит от пластичности: растет пластичность — возрастает и стойкость к ударным нагрузкам.

За рубежом для строительства скоростных магистралей уже давно используют не асфальтовые, а бетонные покрытия. Однако при перепаде дневных и ночных температур в бетонах появляются трещины. Привычный способ избавиться от трещин в дорожном покрытии — это продольные и поперечные нарезки, которые встречаются и на наших российских дорогах. Однако добавка эмульсии в бетонную дорожную смесь запросто ре-

шила бы эту дорожную проблему. Покрытия на основе бетона с битумной добавкой получаются эластичными, дешевыми (не нужно будет делать дорожные нарезки) и они более чем в два раза прочней обыкновенного.

И все же полезные свойства новой добавки этим не ограничиваются. Эмульсия придала цементу дополнительную стойкость к коррозии, и если покрыть поверхность бетонного изделия тончайшим слоем битума, то вода не сможет повредить основу. Поэтому ученые считают, что стоит эмульсию использовать в бетонировании и устройстве гидроизоляции туннелей метро — в тех местах подземки, куда проникают грунтовые воды. Обычно в таких местах в пространство за туннелем через скважины закачивают цементный раствор, однако битумная эмульсия могла бы значительно повысить водонепроницаемость и вибрационную стойкость покрытия. Применять пластичные бетоны предполагают также на взлетно-посадочных полосах аэродромов, испытывающих сильные ударные и вибрационные нагрузки, в бетонировании причальных стенок портов, подверженных коррозии, а также для фундаментов зданий в сейсмоопасных районах.

ГИСТОЛОГИЯ

Жизнеспособность ткани оценивают по спектру

Успех трансплантации во многом зависит от жизнеспособности донорской ткани. Точно, а главное, очень быстро оценить ее состояние помогает метод лазерно-индуцированной флуоресценции, который разработали ученые из Института теоретической и прикладной механики СО РАН (Новосибирск).

Каждый день в мире проводят около 100 операций на сердце с использованием донорских тканей. Эти операции не всегда заканчиваются благополучно: 15–20% смертей происходят из-за неудовлетворительного состояния тканей донорского сердца. Конечно, жизнеспособность донорских органов перед операцией проверяют. Для этого существуют несколько методов (с помощью флуоресцентных зондов оценивают окислительно-восстановительный потенциал, уровень свободных радикалов и АТФ в клетках, фрагментацию ДНК), но все они отнимают много времени. Кроме того, для анализа приходится отщипывать кусочки ткани и проводить множество дру-

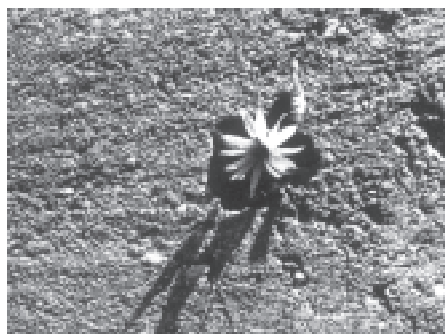
гих процедур, что делает эти методы малопривлекательными для практики. Сотрудники Института теоретической и прикладной механики СО РАН под руководством члена-корреспондента РАН В.М.Фомина предложили использовать для диагностики спектры лазерно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ) донорских тканей. Этот метод позволяет определять жизнеспособность ткани до, во время и после операции за доли секунды.

Ученые отработывали методику на сердце свиньи. (Свинья — биохимически самое близкое к человеку животное. Уже более пяти лет медики используют свиные клапаны для замещения пораженных клапанов сердца человека и всерьез подумывают о пересадке целого свиного сердца.) У только что забитого животного вырезали сердце и помещали в охлажденный до 4 градусов физиологический раствор. В таких условиях обычно хранят донорские ткани. Сердце при этой температуре сохраняет жизнеспособность не более четырех часов. Через полчаса после забоя образец свиного сердца в физиологическом растворе помещали на охлаждаемый предметный столик и в течение 6 часов каждые 10 минут облучали лазером. Под действием излучения ткань флуоресцирует, а ученые регистрируют спектр флуоресценции. Исследователи использовали KrF-эксимерный лазер с длиной волны 248 нм и N₂-лазер с длиной волны 337 нм. Длительность импульса излучения составляла 5 нс, энергия 5–10 мДж. Лазерно-индуцированную флуоресценцию регистрировали с помощью спектрографа с голографической дифракционной решеткой.



Если жизнеспособное сердце облучать KrF-эксимерным лазером, в спектре миокарда свиньи присутствуют пик с максимумом на 330 нм, обусловленный свечением триптофана, и полоса в области 400–550 нм. По мере снижения жизнеспособности ткани интенсивность этой полосы уменьшается по сравнению с триптофановым пиком. При возбуждении миокарда азотным лазером с длиной волны 337 нм в спектрах присутствуют два выраженных пика с максимумами на 380 и 470 нм. Интенсивность пика на 470 нм со временем падает в 1,5–2 раза, причем скорость ее падения зависит от условий хранения: на холоде это происходит медленнее, чем при комнатной температуре.

Так российские физики впервые показали, что по мере уменьшения жизнеспособ-



собности ткани изменяется ее спектр ЛИФ. Ученые проверили свои результаты традиционными методами контроля. По-видимому, изменения спектра вызваны изменением или полным подавлением дыхательных реакций в митохондриях отмирающих клеток миокарда. Оказалось, что жизнеспособность миокарда удобнее определять по изменению полосы спектра флуоресценции 450–470 нм при облучении азотным лазером. Этот метод можно использовать для оперативного контроля состояния донорских тканей в течение всей операции и после нее.

ПРИБОРЫ

Ультразвук разглядел сосуды мозга



Российские ученые из ООО «АМ-2000» создали демонстрационный образец аппаратуры и программный продукт для ультразвукового обследования человеческого мозга. «Сколько вы хотите, чтобы эта технология не увидела свет?» — спросил российских разработчиков за кулисами презентации эксперт известной немецкой фирмы, изготавливающей медоборудование.

Ультразвуковые обследования сосудов головного мозга предпочтительнее прочих и по цене, и по безопасности для пациента. Скажем, ангиографические методы, когда вскрывают сонную артерию, вводят красящее вещество, а затем делают рентген мозга, дают 1% смертельных исходов и 24% осложнений, по крайней мере, в России. Лучше разглядывать мозг без вмешательства в него.

Но для ультразвуковой диагностики есть лишь несколько маленьких и неудобных для заглядывания в мозг окошек. Это тонкая височная кость, отверстия глазниц и затылок. Последнее дает малоинтересный ракурс, глазницы нежелательны из-за повышенной чувствительности глаз к ультраизлучениям, а сквозь височные окна трудно получить достоверные данные о состоянии сосудов.

Широко практикуется так называемый доплеровский анализ, при котором по спектру ультразвуковых сигналов, отражающихся от кровотока, врач судит о его состоянии. Первым в нашей стране эту методику для нейрологических целей разработал и внедрил в практику нейрохирург А.М.Молотилев из Института нейрохирургии им. Бурденко. Самого кровеносного сосуда доплеровская диагностика не показывает. Врач имеет лишь косвен-

ные данные и по ним ставит диагноз, для чего 6–7 лет должен учиться, накапливать опыт, но степень субъективности его оценок остается все же большой.

Проблема в том, что подавляющая часть нашей черепной коробки состоит из толстых, до трех сантиметров, костей. Ни одна лаборатория, ни один институт в мире не нашли пути, как эти стены сделать прозрачными для ультразвуковой диагностики. Кандидат медицинских наук А.М.Молотилев, сотрудники Акустического института РАН доктор физико-математических наук, профессор В.Д.Свет, доктор физико-математических наук С.В.Байков и специалисты из нескольких предприятий, НИИ и КБ задачу решили.

Оптические свойства толстых черепных костей каверзны. Они отлично поглощают ультразвуковые волны (хороши бы мы были в противном случае!). Преодолевая, подобно радару, свой путь туда и обратно, но не воздушный, а сквозь микропористую пластину кости, ультразвуковой сигнал ослабевает в 10 000 раз. Его бы усилить, но нельзя, медицинским стандартом установлены строгие ограничения на сей счет. Вдобавок черепица нашей «крыши» криволинейна, с неровной, причем всякий раз индивидуально неровной внутренней поверхностью. Сквозь такую корявую штуку объект виден плохо — по словам разработчиков, он сильно смазан, имеет «двойные и тройные расфокусированные изображения».

«Ультрабрейн» (так называется новый российский прибор) делает цифровой портрет искривлений толстой черепной кости, по собственной программе подбирает поправочный коэффициент, учет которого позволяет компенсировать пространственные искажения волнового фронта. В результате удается добиться прозрачности сугубо непрозрачного тела. И вот «Ультрабрейн» показывает вместо рентгеновского ультразвуковое документальное кино, снимаемое прямо сейчас, внутри черепной коробки.

Любой пациент за пятнадцать–двадцать минут получает картинку состояния своих сосудов, мозговых тканей, тут же выслушивает комментарий врача, — какие меры желательны, а какие необходимо принимать, насколько срочно и т.д. А хирургу прибор показывает ход операции в реальном времени. Аналогичные возможности способна дать установка для магнитно-резонансного киносеанса, но она стоит несколько миллионов долларов. Плюс эксплуатация, жидкий гелий... «Такая головная боль — не приведи Господь, — говорит Ю.М.Никитин, доктор медицинских наук, профессор Института неврологии РАМН. — Мы запустили эту машину, но договор на ее обслужи-

вание, думаю, будет стоить порядка 100 тысяч долларов ежегодно». А стоимость «Ультрабрейна», по оценкам разработчиков, составит около 50 000 долларов.

До сегодняшнего дня паритет между УЗИ и рентгеновским показом мог быть только на «открытых», не загороженных костями, органах. Мозговые сосуды, утверждают разработчики «Ультрабрейна», впервые стали доступными для реального, а не гадательного обследования ультразвуком в той же мере, как и рентгеновскими методами. По оценкам профессора Никитина, надо иметь от одного до трех аппаратов нейрохирургической диагностики в каждой поликлинике страны.

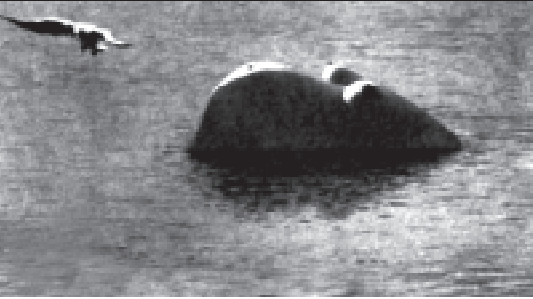
МЕДИЦИНА

Вирус герпеса в сперматозоидах — причина бесплодия?

Проблему мужского бесплодия все чаще решают путем искусственного оплодотворения. Но растущая популярность этого метода не доведет людей до добра. Российские ученые из Центрального научно-исследовательского кожно-венерологического института, Москва, в очередной раз подтвердили, что не только донорской, но и спермой постоянного партнера надо пользоваться с величайшей осторожностью.

Если муж страдает бесплодием, супружеская пара пытается решить проблему путем искусственного оплодотворения. Это возможно, если сперматозоиды образуются, но не могут достигнуть цели. Искусственное оплодотворение входит в моду, и ученые все пристальнее исследуют сперму. Примерно у четверти бесплодных мужчин медики обнаружили в эякуляте ДНК вируса простого герпеса (у плодовых мужчин этого вируса нет), но где именно — в семенной жидкости или в сперматозоидах находится вирус и может ли сперматозоид передать инфекцию следующему поколению, исследователи не знали. Эту проблему изучает группа российских специалистов из Центрального научно-исследовательского кожно-венерологического института, НИИ вирусологии им. Д.И.Ивановского и Медико-генетического научного центра РАМН. По мнению ученых, взаимодействие сперматозоидов с вирусами может иметь негативные последствия для репродуктивного здоровья человека и его потомства.

Ученые обследовали эякулят 153 мужчин, обратившихся в клинику по поводу заболеваний верхнего отдела уrogenитального тракта, бесплодия и для профилактического спермиологического обследования. У 58 пациентов в головках и



ЭКОЛОГИЯ

Сигнальное поле млекопитающих

Нет, не люди первыми стали передавать знания грядущим поколениям. И информационное поле придумали не они. У животных с незапамятных времен существует своя информационная система, а люди ее только разрушают. К такому выводу пришли ученые из Российского университета дружбы народов (Москва).

шейках сперматозоидов обнаружили белки, характерные для разных стадий развития вируса. Эти белки можно сделать видимыми, обработав препарат антителами с флуоресцирующей меткой. После такой обработки под микроскопом внутри клеток хорошо различимы фрагменты вирусных частиц. При этом клинических признаков уrogenитального герпеса не было ни у одного пациента.

«Скрытность» вируса для ученых не новость. Вирусом простого герпеса заражено подавляющее большинство человечества, если не все. Как правило, люди не страдают от этого, но иногда вирус активизируется и вызывает разнообразные заболевания: от пузырьковых высыпаний на губе до энцефалитов со смертельным исходом. Кроме того, вирус простого герпеса становится причиной бесплодия, прерывания беременности или нарушений в развитии плода. В сперме страдающих бесплодием мужчин, которых обследовали московские специалисты, вирус тоже не всегда активен. В некоторых случаях исследователи обнаружили в сперматозоидах только ранние белки вируса, но иногда вирус может пройти полный цикл развития и получить способность заражать другие клетки. Это зависит от того, насколько цикл развития вируса синхронизирован с процессом созревания сперматозоидов.

Часто природа метит зараженные сперматозоиды, и тогда они имеют явные пороки развития: несколько ядер или два жгутика. Это говорит о том, что вирус простого герпеса нарушает механизм клеточного деления. Исследования московских ученых показали, что после антигерпетического лечения двуйдерные, двужгутиковые и двухголовые сперматозоиды в эякуляте пациентов практически исчезают. Но если не лечиться от герпеса, а прибегнуть к искусственному оплодотворению, сперматозоиды с нарушенной функцией клеточного деления, вероятно, могут стать причиной аномалий развития плода. Пока это лишь предположение. Ученые еще не знают, способны ли зараженные сперматозоиды оплодотворить яйцеклетку. Но если это действительно так, а вирусное инфицирование сперматозоидов действительно может быть одной из причин врожденных дефектов развития, перед медиками открывается новый путь диагностики и профилактики этих нарушений.

В 1971 году выдающийся российский эколог Н.П.Наумов предложил концепцию биологического сигнального поля. Это не поле в физическом смысле, а пространство, наполненное запахами, звуками, видимыми ориентирами. Размещение этих разнообразных сигналов во времени и пространстве, их сочетание представляют важнейший источник информации для животных. Особое значение имеют долгоживущие сигналы: звериные тропы, норы, скопления помета, разные метки. Это своеобразный архив, справочник и руководство по использованию данной территории. Принимая во внимание эту «разметку», животные рожают детенышей там, где это делали прежние поколения, ходят теми же тропами, в тех же местах кормятся или выясняют отношения и при этом подновляют старые метки. Тем самым они сокращают время и энергию на освоение территории и облегчают жизнь грядущим поколениям. Сотрудник Российского университета дружбы народов А.А.Никольский много лет собирает примеры того, как млекопитающие используют территорию, ориентируясь с помощью сигнального поля.

Численность животных меняется. Иногда в каком-то месте они исчезают и возвращаются лишь много лет спустя. Прежде всего они ищут сохранившиеся следы жизнедеятельности давно исчезнувшей популяции и осваивают новую территорию, ориентируясь по старым меткам, чему есть множество косвенных подтверждений. Степные сурки обживают новый участок с того места, где еще видны следы жизнедеятельности прежнего хозяина. В Воронежском заповеднике волки после многолетнего отсутствия устроили логова и дневки в тех местах, где сохранились хорошо замет-

ные следы пребывания волков, например «утолки» — участки земли, утопанные ногами зверей. Несомненно, утолки долгие годы удерживают запах волков. Вообще, запахи играют для млекопитающих большую роль, чем видимые ориентиры. Ушастые тюлени, возвращаясь на лежбище после долгого морского странствия, ориентируются по запаху. Характерный аромат тюленьего помета и секрета желез, расположенных на лапах зверей, столь основательно пропитывает пляж, что не выветривается за целую зиму. Прежде чем выйти на берег, секачи долго принимают грунт и выбирают обжитые места. Участки побережья, казалось бы, идеально подходящие для лежбища, но лишены следов жизнедеятельности зверей, тюлени заселяют очень медленно и неохотно.

Многие элементы сигнального поля млекопитающих весьма заметны и выразительны. Таковы, например, деревья, поврежденные рогами самцов оленей в брачный период. Из года в год они сдирают кору и ломают ветви одних и тех же деревьев, вытаптывают вокруг неглубокие ямки, которые потом заполняют пометом, а грунт вокруг пропитан оленьей мочой. В период гона самцы выясняют отношения именно в этих местах, хотя деревьев вокруг сколько угодно.

Все постоянные ориентиры сигнального поля соединены тропами. Тропы песцов, например, объединяют в единую пространственную структуру норы, временные убежища, наблюдательные лежки, места территориальных демонстраций, источники корма. «Без дороги» песцы практически не ходят. Тигры перемещаются по тропам в 20–30 раз охотнее, чем по бездорожью. Свои магистрали есть практически у любого вида млекопитающих. Иногда на привычной дороге возникает препятствие, но животные не только его не обходят, но используют в качестве дополнительного ориентира, оставляя на нем следы своего присутствия. Например, бревно, упавшее поперек волчьей тропы, перегораживает дорогу уже не один год. Тем не менее звери не прокладывают тропу в обход, хотя могли бы. Более того, они регулярно царапают бревно, превратив его в дорожный указатель.

К сожалению, люди тоже осваивают новое пространство, причем делают это так, будто до них тут никто не жил. Они уничтожают и изменяют элементы сигнального поля. Это все равно что ликвидировать библиотеку, архив, все музеи и компьютерную базу данных одновременно. Животных лишают базовой информации, и они внезапно становятся «первопоселенцами» на перелопаченной людьми территории. Каковы могут быть последствия от вмешательства человека в информационные процессы популяций, мы пока не знаем, а дикие звери предпочитают держаться от людей подальше.



Химия и химическое образование: смена методов и поколений

Химия в истекшем столетии заняла центральное место в естествознании. По темпам развития она существенно опережает другие естественные и точные науки. Объем химических знаний сейчас удваивается в среднем за 11–12 лет, в то время как в середине прошедшего века этот период составлял около 40 лет. Есть две причины такой быстрой динамики. Внешняя причина — за последние 50 лет во всех развитых странах мира вложен колоссальный объем средств в фундаментальные и прикладные химические исследования. Ведь именно химия играет решающую роль в создании новых материалов, лекарств, средств защиты растений, то есть всего того, что составляет базу материальной культуры современной цивилизации. Именно она стала основой большинства технологических процессов во всех областях промышленности, поскольку более 80% современных технологий энергетики, электроники, металлургии, пищевой и легкой промышленности, сельского хозяйства, а также все 100% нефтепереработки — это почти чистая химия!

Вторая причина — внутреннего характера: исключительно быстрое совершенствование методического арсенала химических исследований, о чем будет рассказано ниже.

В результате в химической науке на рубеже веков произошли кардинальные изменения. Изменилось все: цели, объекты, методы, стратегия и тактика работы, характер взаимодействия со смежными дисциплинами. А потому современная химия предъявляет совсем иные требования к подготовке нового поколения химиков.

Блестящее поколение, пришедшее в науку в 50-х, заканчивает свою активную жизнь в ней. Как подготовить им достойную смену?

Чему и как мы должны научить наших сегодняшних студентов, чтобы их профессиональная деятельность была успешной?

Какие умения должны дополнить полученные знания?

Поразмышляем об этом.



Доктор химических наук,
заслуженный профессор МГУ,
заведующий лабораторией ЯМР
Химического факультета МГУ
Ю.А.Устынюк



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Методический арсенал химии

Как справедливо отмечал С.Г.Кара-Мурза, историю химической науки можно рассматривать не только традиционно — как эволюцию основных концепций на фоне накопления новых экспериментальных фактов. С полным правом ее можно изложить как историю совершенствования и развития методического арсенала химической науки. В действительности роль новых методов не ограничивается тем, что они многократно расширяют исследовательские возможности. На стыке наук метод подобен троянскому коню: вместе с методом в новую область проникают его теоретический и математический аппараты, с помощью которых ученые создают новые концепции. Опережающее развитие методического арсенала химии особенно ярко проявилось в последней четверти ушедшего столетия. Именно в это время были созданы новые исключительно мощные методы, в которых удалось достичь физических пределов в чувствительности, пространственном и временном разрешении. Так, с помощью сканирующей туннельной микроскопии можно наблюдать отдельные атомы и молекулы (пространственное разрешение на уровне 0,1 нм). Лазерная фемтосекундная спектроскопия с временным разрешением 1–10 фс позволяет исследовать элементарные акты химических процессов, происходящих за время, сравнимое с периодом колебаний атомов в молекуле. Наконец, с помощью туннельной колебательной спектроскопии можно следить за поведением и превращениями отдельной молекулы на поверхности твердых тел. Не

менее важно также и то, что резко сократился временной разрыв от момента создания физических основ каждого подобного метода до его применения к новым сложным задачам. И это неудивительно, ведь наиболее важные результаты сейчас получают в междисциплинарных исследованиях коллективы, объединяющие физиков, химиков, инженеров и других специалистов.

Одновременно с разработкой новых методов быстро совершенствовались физические методы, которые давно уже входят в арсенал химика-исследователя. За последние 10 лет решающая способность и чувствительность во всех видах спектроскопии улучшились на порядок, а производительность научных приборов выросла более чем на два порядка. Ведущие исследовательские лаборатории сейчас оснащены приборами пятого поколения — это самые сложные измерительно-вычислительные комплексы, которые обеспечивают полную автоматизацию измерений и обработки результатов. Химик-исследователь с их помощью получает в единицу времени примерно в 2000 раз больше информации, чем 50 лет назад. Вот лишь некоторые примеры.

Рентгеноструктурный анализ монокристаллов (РСА) еще 10 лет назад был одним из самых трудоемких и длительных по времени экспериментов. Определение молекулярной и кристаллической структуры нового вещества занимало месяцы, а иногда затягивалось на годы. Сегодня рентгеновские дифрактометры дают возможность получить весь необходимый массив данных за несколько часов (для соединений не слишком большой молекулярной массы) и не предъявляют при этом слишком высоких требований к размерам и качеству кристалла. Полная обработка экспериментальных данных с помощью современных программ на персональном компьютере занимает еще несколько часов. Таким образом, несбыточная ранее мечта «один день — одна полная структура» стала повседневной реальностью. За последние 20 лет с помощью РСА исследовали, наверное, больше молекулярных структур, чем за весь предшествующий период его

Художник Н. Крашин



*На мой взгляд,
российская химическая
наука сегодня достигла
критического рубежа,
за которым распад
становится
лавинообразным и более
не контролируемым
процессом.
Государственным
чиновникам стоит
подумать о более
существенной
и системной
поддержке
научных школ.*

применения. В некоторых областях химической науки это привело к прорыву на новый уровень знания. Так, например, данные о детальном строении глобулярных белков, в том числе важнейших ферментов, а также других типов биологически важных молекул имели принципиальное значение для развития молекулярной биологии, биохимии, биофизики. Проведение экспериментов при низких температурах открыло возможности построения прецизионных карт разностной электронной плотности в сложных молекулах, которые можно сопоставлять с результатами теоретических расчетов.

Повышение чувствительности масс-спектрометров уже обеспечивает надежный анализ фемтограммовых количеств (10^{-15}) вещества. Новые методы ионизации и времяпролетные масс-спектрометры с достаточно высоким разрешением (системы MALDI-TOF) позволяют в сочетании с двумерным электрофорезом проводить идентификацию и исследование биомолекул и супрамолекулярных систем с массой в несколько мегадальтон, например клеточных белков. Благодаря этому на стыке химии и биологии возникла новая бурно развивающаяся область — протеомика.

Новый шаг вперед сделала спектроскопия ЯМР. Вращая образец под магическим углом, можно получать спек-

тры высокого разрешения в твердых телах. Применяя сложные последовательности радиочастотных импульсов в сочетании с импульсными градиентами поляризирующего поля, а также инверсное детектирование спектров тяжелых и редких ядер, можно прямо определять трехмерные структуры белков и изучать их динамику.

Прогресс методов анализа, разделения и исследования веществ привел к еще одному важному последствию: в химии происходит миниатюризация химического эксперимента, переход на микромасштаб. Это существенно снижает затраты на реактивы и растворители, ускоряет проведение всего цикла исследований. Разработка новых эффективных методов синтеза, обеспечивающих высокие выходы, привели к возникновению «комбинаторной химии». В ней цель синтеза — получение не одного, а одновременно сотен, а иногда и тысяч веществ близкого строения (комбинаторной библиотеки). Такие вещества синтезируют в отдельных микро-реакторах, помещенных в большой реактор, а иногда и в одном общем реакторе. Подобное кардинальное изменение задач синтеза привело к разработке совершенно новой стратегии планирования экспериментов, а также, что особенно важно, к полному обновлению техники и аппаратуры его проведения.

В последнее десятилетие произошло еще одно важное изменение в методическом арсенале химических исследований — на передовые позиции вышли теоретические расчеты и компьютерное моделирование структуры и свойств веществ, а также химических процессов. Например, еще совсем недавно химик-теоретик видел свою главную задачу в систематизации известных экспериментальных фактов и в построении на их основе теоретических концепций качественного характера. Сейчас методы квантовой химии стали реальным инструментом исследования сложных молекулярных структур, включающих сотни атомов, в том числе атомы тяжелых элементов. Расчеты все чаще применяют на начальных этапах исследования для прогнозирования результатов эксперимента, который становится более целенаправленным. В состав лучших научных коллективов, кроме экспериментаторов, теперь входят и химики-теоретики, а в научных публикациях высокого уровня описание новых химических объектов или явлений приводится вместе с их полным теоретическим анализом.

Даже такой краткий и далеко не полный перечень изменений в методическом арсенале химии позволяет сде-

лать ряд важных и совершенно определенных заключений:

— эти изменения носят кардинальный характер;

— темпы освоения новых методов в химии в последние десятилетия остаются очень высокими;

— новый методический арсенал создал возможности ставить и успешно решать химические задачи невиданной ранее сложности в исключительно короткие сроки.

Мне кажется уместно утверждать, что в этот период химические исследования превратились в область широкомаштабного применения целого комплекса новых и новейших высоких технологий, связанных с использованием сложнейшей аппаратуры. Очевидно, что освоение этих технологий одна из важнейших задач в подготовке нового поколения химиков.

Можно с полным основанием утверждать, что химическая наука сейчас достигла той степени «золотой зрелости», когда уже имеющихся средств и ресурсов достаточно для решения традиционных задач каждой из ее областей. Яркий пример — современная органическая химия. Сегодня синтез органической молекулы любой сложности может быть осуществлен с помощью уже разработанных методов. Это не означает, что разработка новых методов органического синтеза должна быть прекращена, но она составляет на новом этапе не главное, а фоновое направление развития дисциплины. В любой области химии отчетливо прослеживается переход к более сложным объектам исследования. Большинство крупных и наиболее дорогостоящих научных проектов стали междисциплинарными. В них ставятся и разрешаются задачи на стыке нескольких генеральных направлений. А это, в свою очередь, требует очень разносторонней подготовки от каждого члена научного коллектива. В центре внимания все чаще оказываются супрамолекулярные системы и структуры. *Новый этап развития химической науки можно назвать этапом супрамолекулярной химии.*

Информационное обеспечение

Вместе с ростом объема химической информации стремительно растет число научных журналов и монографий. Исследования по каждому из актуальных научных направлений одновременно проводятся в десятках, а часто и в сотнях коллективов разных стран. Свободный доступ к источникам научной информации, который всегда был необходимым условием



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

продуктивной работы, а также возможность быстрого обмена текущей информацией с коллегами превратились в лимитирующие факторы, определяющие не только успех, но и целесообразность осуществления любого научного проекта. Вне постоянной оперативной связи с научным сообществом исследователь теперь быстро превращается в маргинала даже в том случае, если он получает результаты высокого качества. Эта ситуация особенно характерна для той значительной части российских химиков, которые не имеют доступа к интернету и редко публикуются в международных химических журналах. Их результаты становятся известными членам международного сообщества через несколько месяцев, а иногда и вовсе не привлекают внимания, если они опубликованы в малодоступных и малоавторитетных изданиях, в число которых, к огромному сожалению, все еще относится большинство российских химических журналов. Запоздавшая, пусть и ценная информация почти не оказывает влияния на ход мирового исследовательского процесса, а значит, теряется смысл всей научной работы. В условиях бедности наших библиотек интернет стал главным источником научной информации, а электронная почта — главным каналом связи.

Сегодня наше российское научное химическое сообщество распалось на две части. Большая часть исследователей испытывает острейший информационный голод, не имея свободного доступа к источникам информации. Вторая часть ученых-химиков, испытывает трудности другого рода: она находится в состоянии постоянной информационной перегрузки. Вот пример из личной практики. При подготовке ключевой публикации в новой серии научных работ я решил собрать и проанализировать всю литературу, относящуюся к теме. Поиск по трем базам данных по ключевым словам за последние пять лет дал 677 источников (общий объем 5489 страниц). Дополнительные критерии отбора сократили число источников до 235. Работа с рефератами позволила отсеять еще 47, а из оставшихся 188 работ 143 были мне уже известны. Из 45 новых источников доступными оказались 34. В первом же я нашел ссылки на работы, в которых моя проблема рассматривалась с других позиций. Движение по нужным ссылкам выявило еще 55 источников. Беглый просмотр двух обзоров, входивших в их число, заставил внести в список 27 работ из смежных областей (из них 17 уже присутствовали в первоначальном списке из 677).

Таким образом, после трехмесячной весьма напряженной работы я имел список из 270 работ, непосредственно относящихся к проблеме. Среди них явно выделялись высоким качеством публикации шесть научных групп. Я написал руководителям этих коллективов о моих основных результатах и попросил прислать ссылки на их последние работы по проблеме. Двое ответили, что они больше ей не занимаются, трое прислали 14 работ, часть из которых еще не вышла из печати, один коллега не ответил на запрос, а двое в своих письмах упомянули имя молодого японского ученого, который начал исследования в том же направлении всего два года назад, но сделал блестящий доклад на последней конференции. Я немедленно написал ему и получил в ответ список из 11 публикаций, в которых использовался тот же метод исследований, который применял я, но с некоторыми дополнительными модификациями. Детально проработав лишь 203 работы из 295, имеющих прямое отношение к теме, я наконец смог подготовить публикацию. В списке литературы было более 100 названий (что совершенно неприемлемо по правилам наших журналов), а сбор и обработка информации заняла почти 10 месяцев. Из этой достаточно типичной истории следует, на мой взгляд, четыре важных вывода:

— на сбор и анализ информации по своей теме современный химик должен тратить до половины и более рабочего времени, что вдвое или втрое больше, чем полвека назад;

— быстрая оперативная связь с коллегами, работающими в той же области в разных странах мира, резко повышает эффективность такой работы;

— важной задачей в подготовке нового поколения становится овладение современными информационными технологиями;

— исключительно важное значение приобретает языковая подготовка.

Замечу также, что описанная мною ситуация объясняет мнимую «непорядочность и коварство» наших некоторых зарубежных коллег, которые недостаточно активно цитируют работы российских химиков, якобы с целью присвоить себе чужой приоритет. Действительная причина — жесточайшая информационная перегрузка. Ясно, что все нужные работы собрать, прочитать и процитировать невозможно.

Особенности российской химической науки

Десять лет перестройки нанесли страшный удар по российской науке в целом

и по российской химии в частности. Нищенское финансирование академической, вузовской и отраслевой химии, в течение всего этого периода ограничивавшееся зарплатой на уровне прожиточного минимума, привело к значительному сокращению числа работников. Ушла большая часть энергичной и талантливой молодежи. Средний возраст преподавателей и ученых перешагнул критическую отметку 60 лет. Налицо разрыв поколений — среди сотрудников химических институтов и преподавателей очень мало людей в наиболее продуктивном возрасте 30–40 лет. Остались старые профессора и молодые аспиранты, которые часто поступают в аспирантуру лишь с одной целью — освободиться от службы в армии.

Доля работ российских химиков в общем объеме исследований и в мировых информационных потоках быстро сокращается. Наша страна не может больше считать себя «великой химической державой». За какой-нибудь десяток лет в связи с уходом лидеров и отсутствием достойной смены мы уже потеряли значительное число научных школ, составлявших гордость не только нашей, но и мировой науки. По всей видимости, в близком будущем потери не прекратятся. На мой взгляд, российская химическая наука сегодня достигла критического рубежа, за которым распад сообщества становится лавинообразным и более не контролируемым процессом. Государственным чиновникам стоит подумать о более существенной и системной поддержке научных школ, чем поддержка через РФФИ и программу «Интеграция».

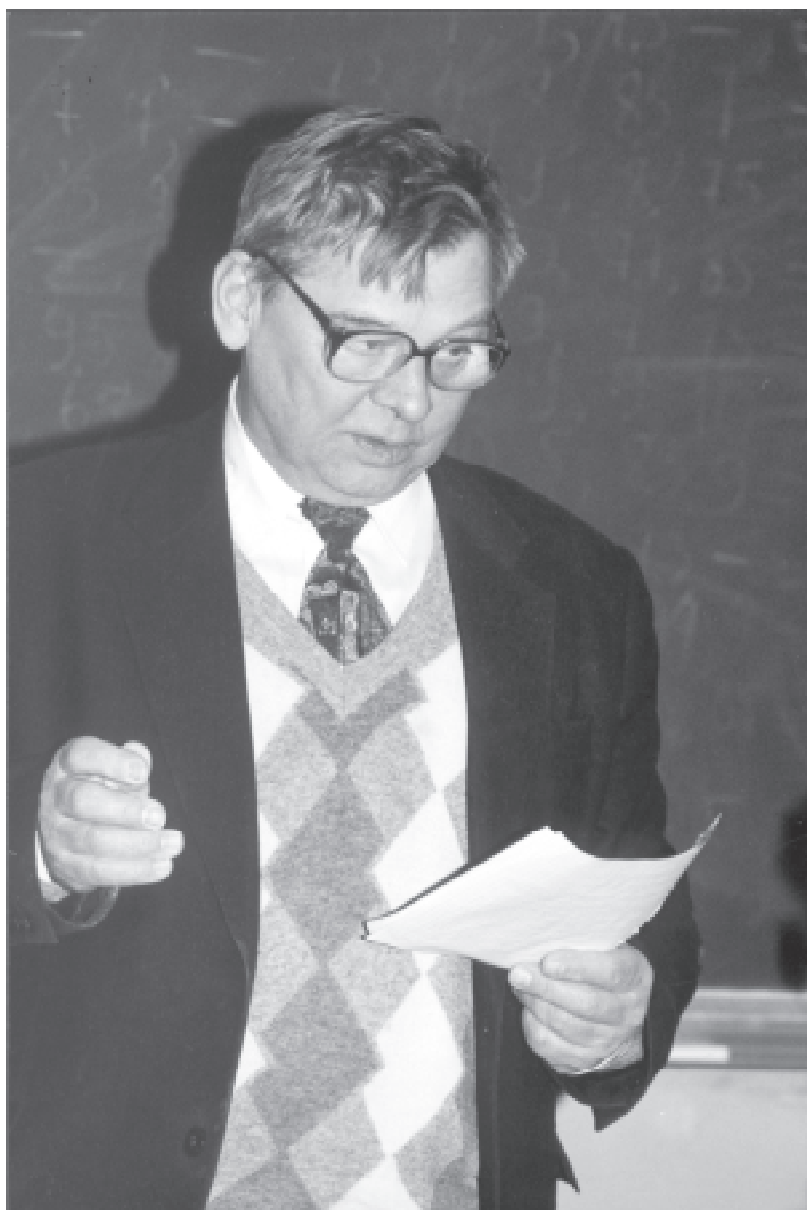
Несмотря на все трудности, в стране сохранились научные коллективы, которые выжили и продолжают работать на самом высоком уровне. В моей области я насчитал десяток таких коллективов, и оказалось, что у них есть общие черты:

— все коллективы имеют прямой доступ в интернет, и примерно половина имеет собственные страницы;

— все лаборатории активно сотрудничают с зарубежными коллективами, восемь имеют гранты международных организаций или выполняют исследо-

Химическое образование — это не только получение определенного объема знаний, которыми будущий химик должен владеть активно. Это еще освоение высоких технологий современной химической науки.

Совершенно очевидно, что необходима специальная национальная программа по подготовке профессоров, как в былые времена, когда наиболее одаренные молодые люди оставлялись в университетах «для приготовления к профессорскому званию».



вания по контрактам с крупными зарубежными фирмами;

— более половины членов научных коллективов не менее одного раза в год выезжают за границу для участия в международных конференциях или для научной работы;

— работа этих лабораторий поддерживается грантами РФФИ;

— в составе этих коллективов достаточно много студентов;

— от 15% до 35% научных статей руководителей лабораторий опубликовано в международных журналах, почти половина — совместные работы с зарубежными коллегами;

— самое главное — во главе всех этих лабораторий стоят совершенно замечательные личности.

Признаюсь, что не имею полных данных о других успешно работающих научных коллективах химиков страны, но заключение напрашивается само собой.

Сегодня в области фундаментальных исследований в нашей химической науке продуктивно работают в основном коллективы, которые включены в международное научное сообщество, получают поддержку из-за рубежа, обладают свободным доступом к источникам научной информации.

Подготовка смены

К счастью, в человеческой популяции есть небольшая часть индивидов, которым генетически предопределено стать учеными. Нужно только их найти и привлечь к занятиям химией. Пока еще существуют в нашей стране давние и славные традиции выявления талантливых ребят через химические олимпиады, через создание специализированных классов и школ.

Особенность нового времени состоит в том, что, начиная учебу в уни-

верситете, молодой человек часто еще не знает, в какой области ему придется работать. Большинству исследователей и инженеров приходится неоднократно менять область деятельности за время профессиональной карьеры, поэтому будущий специалист на студенческой скамье должен приобрести твердые навыки самостоятельного овладения новыми областями науки. Самостоятельная индивидуальная работа студента составляет основу современного образования. Главное условие эффективности — доступность хороших современных учебников и учебных пособий. «Время жизни» современного учебника, по всей видимости, должно примерно равняться времени удвоения объема научной информации, то есть 11–12 лет. У нас же не только нет новых вузовских учебников по базовым химическим дисциплинам, но катаст-

рофически не хватает даже старых.

Исключительно высокие темпы развития химической науки требуют непрерывной, постоянной подстройки учебных планов и программ к изменяющейся ситуации и в самой науке, и на рынке труда. Такой подстройки в должной мере в наших вузах не происходит. Это понятно, каждая модификация учебного плана и программ требует немалых средств и свежих сил. Средств нет, а потому и свежие силы привлечь не удастся. Вторая причина — психологическая консервативность в целом пожилого преподавательского корпуса. В учебных планах всех наших вузов по-прежнему преобладают обязательные курсы, очень мало курсов по выбору.

Химическое образование — это не только получение определенного объема знаний, которыми будущий химик должен владеть активно. Это еще освоение тех высоких технологий современной химической науки, о которых было сказано выше. Здесь дело обстоит совсем плохо. Приборный парк вузов имеет средний возраст 30 лет, то есть отстает от мирового уровня на три (!!!) поколения приборов. Мы не только не можем научить наших выпускников работе на современных приборах, но во многих вузах и лабораторные работы сведены к минимуму в связи с нехваткой посуды и простейших реактивов. Возможно, совместное приобретение современного научного оборудования в общее пользование хотя бы частично решит проблему.

У одаренных студентов есть особенность, которую заметил еще Р.Фейнманн в своих знаменитых лекциях. Им, таким студентам, стандартное образование, по существу, не нужно. Им необходима среда общения соответствующего уровня, в которой они сами найдут своих наставников и получат необходимые знания. По разным причинам (некоторые из них упоминались выше) «настоящих ученых» и «блестящих профессоров», всегда любимых студентами, осталось мало, и число их сокращается. Почему новые блестящие профессора у нас появляются все реже и реже и почему в американских и европейских вузах все больше и больше русских профессоров занимают ведущие позиции? А каков он, современный блестящий профессор? Какими качествами он должен обладать? Эти вопросы могут составить тему отдельного очень важного обсуждения, но позвольте в заключение дать свою версию ответа на самый главный из них. Главные качества хорошего профессора — искренняя увлеченность своей наукой, любовь к студентам, умение общаться с ауди-

торией, широкая эрудиция и огромный объем знаний. Два последних качества я поставил бы на первое место, потому что без них блестящий профессор состояться не может. Они абсолютно необходимы, хотя, разумеется, и недостаточны. Настоящий профессор не успевает изложить в двухчасовой лекции и десятой части своих знаний по ее теме. Эти знания приобретаются десятками часов, проведенных за чтением литературы, размышлениями и обсуждениями материала с коллегами. Непосредственная подготовка хорошей лекции по знакомой теме занимает у меня не менее дня напряженной работы.

Есть ли среди наших преподавателей и исследователей молодые люди, которые могут стать блестящими профессорами в будущем? Они есть, и их совсем не так мало. «Так в чем же дело?» — спросит читатель. Ответ очень прост: у них нет и в существующих обстоятельствах не может появиться времени для чтения, размышлений и обсуждений. Нищенская зарплата, отсутствие средств на книги, реактивы, оборудование заставляют молодых химиков искать работу на стороне. Слава Богу, нужда в хороших химиках есть: можно и на жизнь заработать, и на реактивы, и студентам дать подработку, чтобы они могли хотя бы поесть досыта. Но это отнимает все свободное время. Совершенно очевидно, что необходима специальная национальная программа по подготовке профессоров, как в былые времена, когда наиболее одаренные молодые люди оставались в университетах «для приготовления к профессорскому званию». В противном случае через 10 лет нам придется приглашать в страну зарубежных профессоров и платить за их работу совсем другие деньги.

Сейчас поток наших талантливых молодых ученых продолжает двигаться в противоположном направлении. Среди моих непосредственных учеников (я преподаю на химическом факультете МГУ с 1962 года) за рубежом прочно обосновались 47 человек! Лучшие продолжают уезжать и из других ведущих университетов.

Вот недавний пример. Имя Андрея Николаевича Ведерникова, блестяще-

го молодого доктора из Казанского университета многим читателям журнала, вероятно, известно. Да, это тот самый победитель всех возможных национальных и международных олимпиад по химии, который много лет готовил национальные команды советских, а затем российских школьников к участию в Международной химической олимпиаде. Я давно следил за его работами, выступал оппонентом на защите его докторской диссертации, а после защиты предложил ему подумать о возможном переезде в Москву, чтобы стать моим преемником в лаборатории. Декан факультета академик В.В.Лунин и заведующий кафедрой академик Н.С.Зефирова очень благожелательно отнеслись к этой идее, и мы с Андреем в приподнятом настроении возвращались после беседы с ними в лабораторию, обсуждая практические шаги реализации этого проекта. У дверей кабинета мы встретили моего старого друга профессора Кеннета Колтона, который только что прилетел из Индианы. После часовой беседы, в которой Андрей рассказывал о своей работе и наших планах, Кен предложил: «А что, Андрей, не поработать ли вам у меня год до переезда в Москву?» Полагаю, читатель уже сам догадался, что произошло после этого. Через полгода Андрей с восторгом писал, что у Кена за это время он сумел сделать больше, чем за три года в Казани. Его работа развивалась исключительно успешно, и он остался еще на год. А после этого он получил десяток блестящих предложений и принял одно из них. Теперь он профессор в Мэрилендском университете, где у него новая лаборатория и стартовый грант в несколько сотен тысяч долларов на его собственные исследования.

Не хотелось бы заканчивать эти заметки на столь грустной ноте, но существующее положение вещей и близорукая политика в области науки и образования в стране не внушают мне особого оптимизма.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Новая таблица Менделеева

Возможно, уже сегодня российский школьник, утверждающий, что фосфор — элемент V группы, будет не понят зарубежным сверстником: у них фосфор давным-давно в 15-й группе...

Доктор технических наук,
профессор, академик
АН Татарстана
Р.С.Сайфуллин,
кандидат химических наук
А.Р.Сайфуллин

1

Первоначальный вариант таблицы Д.И.Менделеева

				Ti = 50			
				V = 51			
				Cr = 52			
				Mn = 55			
				Fe = 56	Zr = 90	? = 180	
				Ni = 59	Nb = 94	Ta = 182	
				Cu = 63,4	Mo = 96	W = 186	
		Mg = 24		Zn = 65,2	Rb = 104,4	Pt = 197,4	
		Al = 27,4		? = 68	Rn = 104,4	Ir = 198	
		Si = 28		? = 70	Pl = 106,6	Os = 199	
		P = 31		As = 75	Ag = 108	Hg = 200	
		S = 32		Se = 79,4	Cd = 112		
H = 1	Ba = 9,4	Cl = 35,5		Br = 80	U = 116	Au = 197,7	
	B = 11	K = 39		Rb = 85,4	So = 118		
	C = 12	Ca = 40		Sr = 87,6	Sb = 122	Bi = 210,7	
	N = 14	? = 45		Ce = 92	Te = 128?		
	O = 16	Th = 56		La = 94	J = 127		
	F = 19	Uu = 60		Di = 95	Cs = 133	Tl = 204	
	Li = 7	Na = 23	Yb = 73,6	Tb = 118,7	Ba = 137	Pb = 207	

Периодическая система (таблица) — графическое изображение закона природы, а именно периодического закона, открытого Д.И.Менделеевым в 1869 году. Сам Менделеев в 1870 году назвал систему элементов естественной, а в 1871 году — периодической. Таблица (далекий прообраз современной, рис. 1), демонстрирующая закон, была представлена им под названием «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве». Вот формулировка закона, данная Менделеевым: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, находятся в периодической зависимости от их атомного веса».

В изначальном варианте таблица состояла из шести вертикальных групп, предшественниц будущих периодов. По горизонтали прослеживались еще не полные ряды, прообразы будущих подгрупп элементов (сегодня они называются группами). Всего в таблице было 67 элементов, считая три предсказанных и впоследствии открытых — «укрепителей периодического закона», подтвердивших его универсальность. Естественно, первая таблица была несовершенной, и в последующие годы Менделеев не раз дополнял ее и вносил изменения в ее структуру.

В момент представления первого варианта таблицы (март 1869 года) не были еще известны благородные (инертные) газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn), не было и сведений о внутреннем строении атомов. Лишь в 1913—1914 годы, после революционных открытий в физике на переломе веков, а также открытий благородных газов как новых элементов, стало возможным дать современное определение закона, основанное на данных об

электронном строении атома. Эти данные объяснили периодическую повторяемость свойств атомов с возрастанием числа электронов. Тогда же в формулировке закона слова «атомный вес» были заменены словами «порядковый номер» (который отвечает числу протонов в ядре и соответственно числу электронов у нейтрального атома).

Сегодня даже школьники знают, как заполняются электронные уровни: первые два электрона — у s-элементов, затем шесть — у p-элементов, десять — у d-элементов и четырнадцать у f-элементов. В зависимости от номера периода (то есть от числа электронных уровней) свойства атомов повторяются через определенное число порядковых номеров: 2, 8 (2+6), 18 (2+6+10), 32 (2+6+10+14). Это позволяет располагать элементы в таблицах по-разному: выделяя 8, 18 или 32 группы.

Короткая форма таблицы воспроизводится по сей день во множестве российских справочников и учебных пособий, хотя она официально отменена ИЮПАК в 1989 году. (ИЮПАК (англ. и фр. IUPAC) — Международный союз теоретической (чистой) и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry) — организация, которая координирует исследования, требующие международного согласования, контроля и стандартизации, рекомендует (утверждает) химическую терминологию, включая названия элементов. Россия, как и ранее СССР, является полноправным членом Союза и по идее должна выполнять его решения и рекомендации. Эта таблица состояла из восьми групп (реже — еще плюс нулевая), обозначенных римскими цифрами, подгрупп (иногда и рядов) и периодов. Из современной зарубежной

учебной литературы эта форма таблицы исключена полностью. Вместо нее используется только длинная форма.

Длинная (длиннопериодная) форма таблицы рекомендована ИЮПАК в том же 1989 году. Она состоит из 18 групп, обозначенных арабскими (а не римскими) цифрами, и не содержит «типических» элементов, подгрупп и рядов (см. рис. 3). Ее упрощенные варианты были распространены в мировой литературе и ранее, чаще всего с единственным отличием — без указания номеров групп от 1 до 18 арабскими цифрами.

Сверхдлинная форма таблицы состояла бы из 32 групп элементов. Вряд ли она будет официально принята в предвидимом будущем, так как каждая из четырнадцати дополнительных групп содержала бы лишь по два элемента (один лантаноид и один актиноид), близких по свойствам ко всем остальным тринадцати, поскольку они, как правило, имеют и одинаковое число (d^1s^2) электронов на двух наружных (валентных) орбиталях.

Итак, до 80—90-х годов прошлого века были распространены две формы таблицы. Первая — архаичная короткая форма с «насильственной» упаковкой элементов в восемь (или девять, считая нулевую) групп, подразделенных дополнительно еще на ряды (8 или 10), и подгруппы. Эти подгруппы внутри каждой группы имели различные обозначения: А, В или а, b, «главная» и «побочная».

Одновременно была распространена длинная форма таблицы с расположением элементов по восемнадцати вертикальным рядам, но без официального указания цифр от 1 до 18 (предшественница современной фор-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

семейства были втиснуты в прокрустово ложе последней (VIII) группы вынужденно, вопреки логике — исключительно потому, что им не хватило места в предшествующих семи группах. Последняя же группа системы (при любой ее форме) явно должна быть предназначена только для благородных газов, в атомах которых заполнены электронные оболочки.

С принятием длинной формы таблицы такие понятия, как семейство железа или платиновых металлов, должны исчезнуть или принять новое содержание. Теперь к этим элементам логично присоединить соседей по таблице справа и слева, согласно их свойствам, совместному распространению в природе, изоморфизму и последовательному изменению электронной структуры. Иными словами, первое семейство можно, например, расширить до хрома и цинка, а во второе — включить другие благородные металлы: серебро, золото, ртуть.

Однако мы уже упоминали, что, несмотря на решение ИЮПАК и на убедительность всех вышеприведенных доводов, принятие рациональной формы таблицы в российских публикациях (а также в странах СНГ) явно запаздывает. Следовательно, запаздывает оно также в образовании и науке

Известное пособие для абитуриентов в новом издании (Г.П.Хомченко. Пособие для поступающих в вузы. Новая волна. М., 2002) лишь упоминает, но не приводит современную длинную форму. Упрощенный вариант длинной формы можно найти в переводах новейших зарубежных изданий (Химия, справочник школьника и студента. М.: Дрофа, 2000; Р.А.Лидин и др. Химия в помощь абитуриенту. М.: Дрофа, 2001; К.Хаускрофт, Э.Констебле. Современный курс общей химии. М.: Мир, 2002; Дж.Эмсли. Элементы. М.: Мир, 1993). Еще раз отметим, что зарубежные образования и наука приняли к исполнению решение ИЮПАК 1989 года незамедлительно. Короткой формы таблицы ни в иностранных учебниках, ни в интернете уже не найти.

Увы, крупнейшее российское издательство «Большая российская энциклопедия» относится к категории отрицательных примеров. Издательство кон-

мы). Четыре декады d-элементов в ней были выведены из «побочных» подгрупп и освобождены от названия «переходные элементы». Сегодня данный термин в принципе излишен: к «переходным» в литературе неопределенно относят d- или f-элементы, поэтому, согласно научной классификации, следовало бы характеризовать элементы именно по типу s-, p-, d- или f-оболочек или же относить к переходным лишь семейства лантаноидов и актиноидов.

В 1989 году ИЮПАК утвердил давно и настойчиво стучавшуюся в дверь длинную форму таблицы, узаконив в ней нумерацию восемнадцати групп арабскими цифрами. При выборе и утверждении длины таблицы были соблюдены «интересы» большинства элементов и принцип золотой середины, так, чтобы закон Менделеева о периодичности в свойствах элементов был представлен наилучшим образом. Из 112–118 (число называем с осторожностью) известных сегодня элементов расположение по группам стало оправданным с точки зрения электронной структуры атомов для 84 (или 90) элементов, в то время как в короткой таблице — лишь для 44.

Это произошло благодаря тому, что четыре декады d-элементов, относимых ранее к «переходным» или «вставным» элементам (между s- и p-элементами), после 1989 года перестали быть таковыми. Они стали полноправными компонентами своих новых десяти групп. С официальным принятием длинной формы таблицы стали излишними многие термины, надуманные или принятые вынужденно: типические элементы, подгруппа (главная и побочная), триада, ряды, семейства железа или плати-

новых металлов. Отныне все элементы одной группы, расположенные вертикально в один ряд (кроме H и He — они всегда будут на особом положении), имеют две одинаковые наружные — то есть определяющие степень окисления — s-, p- или s-, d-орбитали электронов. Лантаноиды и актиноиды (f-элементы), как и раньше, остаются в 3-й группе: в их электронных орбиталях условно находятся три электрона, s^2d^1 . (Различия в электронной структуре атомов актиноидов — отдельная тема, которую здесь мы не будем затрагивать.)

Короткой форме были присущи и другие очевидные недостатки и противоречия. Элементы, искусственно собранные в одну группу, четко отличались по физическим и химическим свойствам из-за различия электронной структуры атомов. Так, в I группе — благородные металлы Cu, Ag, Au и противоположные по активности щелочные металлы Na, K, Rb, Cs. Аналогичная картина наблюдается во II группе. Дисгармония свойств «однотипных» элементов прослеживается и далее. Покажем это только на примерах конечных (VI–VIII) групп. В VI группе два так называемых «типических» элемента, кислород и сера, аналоги серы Se, Te, Po вместе с тугоплавкими металлами Cr, Mo, W; в VII группе агрессивные летучие галогены F, Cl, Br, I и металлы Mn, Tc, Re.

Наиболее противоречивой по структуре была VIII группа с ее «триадой» («семейством») железа (Fe, Co, Ni) и «семейством» платиновых металлов (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt), а также элементов №108–110. Все они располагались в пределах одной подгруппы, в виде трех вертикальных рядов, вместе с гелием, неоном. Очевидно, что исторически эти триады-

3
Длинная
форма таблицы

сервирует представления двадцати–тридцатилетней давности, делая многократные переиздания (репринты) Больших энциклопедических словарей «Химия» и «Физика» выпусков 1983 года. Оно сохранило и в новых пяти-томных Химической энциклопедии и Физической энциклопедии (издания по 1998 году) старую форму таблицы и отмененные ИЮПАК в 1997 году предварительные названия ряда элементов в ней.

Как следствие, и недавние книги того же издательства: Новый политехнический словарь (2000), Новый энциклопедический словарь (2002), «Естествознание» (2002), содержат короткую форму таблицы, хотя и дополненную новыми элементами. Комичная ситуация: издательство учло решение ИЮПАК 1997 года о новых названиях, но пренебрегло куда более важным решением 1989 года о кардинальном изменении формы таблицы (а заодно и решением 1995 года о корректировке молярных, или «атомных», масс элементов).

В основе анахронической привязанности многих российских изданий к короткой форме таблицы, на наш взгляд, лежат следующие причины:

— кажущаяся рациональной компактность короткой формы таблицы (плотное заполнение прямоугольного пространства);

— иногда встречающееся совпадение некоторых степеней окисления у резко разнородных по электронной структуре элементов, собранных в одну группу (например, уже упомянутые щелочные металлы и Cu, Ag, Au);

— неполнота учета сведений о структуре атомов и перспективе открытия новых элементов, а также о возможном предельном числе их;

— инерция, стереотипность мышления, невосприятость современной (международной) информации;

— приверженность к методически устоявшимся понятиям;

— дань уважения истории науки (в ущерб научной и методологической целесообразности).

Многие другие издательства и фирмы в России и странах СНГ, выпускающие учебную литературу и пособия, и сегодня продолжают множить давно отмененную во всем мире форму табли-

Modern version of Mendeleev's Современная периодическая сист

Group 1 Группа Iа		2		3		4		5		6		7		8		9		
Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	1 H 1.00794 1s ¹ -250.14 -252.87 2.021 Hydrogen Водород Hydrogenium																	
2	3 Li 6.941 [He]2s ¹ 1278 1347 0.66/0.97 Lithium Литий	4 Be 9.012182 2s ² 1278 2970 1.57/1.47 Beryllium Бериллий																
3	11 Na 22.989770 [Ne]3s ¹ 97.86 883.15 0.93/1.01 Sodium Натрий (Natrium)	12 Mg 24.3050 3s ² 848.8 1107 1.31/1.23 Magnesium Магний																
4	19 K 39.0983 [Ar]4s ¹ 63.66 774 0.82/0.91 Potassium Калий (Kalium)	20 Ca 40.078 4s ² 839 1467 1.00/1.04 Calcium Кальций	21 Sc 44.955910 3d ¹ 4s ² 1541 2831 1.36/1.20 Scandium Скандий	22 Ti 47.867 3d ² 4s ² 1670 3287 1.54/1.32 Titanium Титан	23 V 50.9415 3d ³ 4s ² 1890 3390 1.63/1.45 Vanadium Ванадий	24 Cr 51.9961 3d ⁵ 4s ¹ 1857 2672 1.68/1.56 Chromium Хром	25 Mn 54.938046 3d ⁵ 4s ² 1244 1962 1.55/1.60 Manganese Марганец Manganum	26 Fe 55.845 3d ⁶ 4s ² 1535 2750 1.83/1.64 Iron Железо Ferrum	27 Co 58.933200 3d ⁷ 4s ² 1465 2870 1.88/1.70 Cobalt Кобальт Cobaltum									
5	37 Rb 85.4678 [Kr]5s ¹ 36.89 687.2 0.82/0.89 Rubidium Рубидий	38 Sr 87.62 5s ² 769 1384 0.95/0.99 Strontium Стронций	39 Y 88.90585 4d ¹ 5s ² 1522 3337 1.22/1.11 Yttrium Иттрий	40 Zr 91.224 4d ² 5s ² 1852 4377 1.33/1.22 Zirconium Цирконий	41 Nb 92.90638 4d ⁴ 5s ¹ 2468 4742 1.6/1.23 Niobium Ниобий	42 Mo 95.94 4d ⁵ 5s ¹ 2617 4612 2.16/1.30 Molybdenum Молибден Molybdenum	43 Tc (97) 4d ⁵ 5s ² 2172 4877 1.9/1.36 Technetium Технеций	44 Ru 101.07 4d ⁷ 5s ¹ 2310 [-3900] 2.2/1.42 Ruthenium Рутений	45 Rh 102.90550 4d ⁸ 5s ¹ 1966 3727 2.2/1.5 Rhodium Родий									
6	55 Cs 132.90545 [Xe]6s ¹ 28.5 678.4 0.79/0.86 Caesium Цезий (Caesium)	56 Ba 137.327 6s ² 725 1640 0.89/0.97 Barium Барий	57 La 138.9055 5d ¹ 6s ² 920 3454 1.10/1.08 Lanthanum Лантан	72 Hf 178.49 4f ¹⁴ 5d ² 6s ² 2227 4902 1.3/1.23 Hafnium Гафний	73 Ta 180.9479 4f ¹⁴ 5d ³ 6s ² 2996 5425 1.5/1.33 Tantalum Тантал	74 W 183.84 4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ² 3410 6960 1.7/1.40 Tungsten (Molybdenum) Вольфрам Wolframium	75 Re 186.207 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ² 3180 5627 1.9/1.46 Rhenium Рений	76 Os 190.23 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ² 3045 5027 2.2/1.52 Osmium Осмий	77 Ir 192.21 4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ² 2410 4130 2.2/1.6 Iridium Иридий									
7	87 Fr (223) [Rn]7s ¹ 27 677 0.7/0.86 Francium Франций	88 Ra (226) 7s ² 970 1140 0.89/0.97 Radium Радий	89 Ac (227) 6d ¹ 7s ² 1050 [-3250] 1.1/1.0 Actinium Актиний	104 Rf (261) 5f ¹⁴ 6d ² 7s ² 140.116 140.90785 931 3426 -1.2/1.1 Rutherfordium Резерфорд	105 Db (262) 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² 144.24 140.90785 3512 3068 -1.2/1.1 Dubnium Дубний	106 Sg (263) 5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ² 144.24 140.90785 3068 3068 -1.2/1.1 Seaborgium Сейборг	107 Bh (264) 5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ² 150.38 150.38 1077 1791 -1.2/1.1 Bohrium Борий	108 Hs (265) 5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ² 150.38 150.38 1077 1791 -1.2/1.1 Hassium Хассий	109 Mt (266) 5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ² 151.964 151.964 822 1597 -1.2/1.0 Meitnerium Мейтнерий									
			58 Ce 140.116 4f ¹ 5s ² 768 3426 -1.2/1.1 Cerium Церий	59 Pr 140.90785 4f ² 5s ² 931 3512 -1.2/1.1 Praseodymium Прасодим	60 Nd 144.24 4f ³ 5s ² 1021 3068 -1.2/1.1 Neodymium Неодим	61 Pm (145) 4f ⁴ 5s ² 1168 2490 1.2/1.1 Promethium Прометий	62 Sm 150.38 4f ⁵ 5s ² 1077 1791 -1.2/1.1 Samarium Самарий	63 Eu 151.964 4f ⁶ 5s ² 822 1597 -1.2/1.0 Europium Европий										
			90 Th (232) 6d ² 7s ² 1750 [-3800] 1.1/1.1 Thorium Торий	91 Pa (231) 5f ² 6d ¹ 7s ² 1572 4230-4500 1.14/1.1 Protactinium Протактиний	92 U (238) 5f ³ 6d ¹ 7s ² 1132 3818 -1.2/1.2 Uranium Уран	93 Np (236) 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 639 3602 1.22/1.2 Neptunium Нептуний	94 Pu (239) 5f ⁶ 7s ² 641 3340 1.2/1.2 Plutonium Плутоний	95 Am (243) 5f ⁷ 7s ² 966 2607 -1.1/1.2 Americium Америций										

Атомная масса, относительная	186.207	Atomic mass, relative
Атомный номер. Обозначение	75Re	Atomic No. Symbol
Распределение электронов	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²	Electron configuration
Температура плавления (°C)	3180	Melting point (°C)
Температура кипения (°C)	5627	Boiling point (°C)
Электроотрицательность (по Полингу/по Аллреду и Рохову)	1.9/1.46	Electronegativity (Pauling/Allred & Rochow)
Название	Rhenium	Name
Латинское название	Рений <i>Rhenium</i>	Latin name

цы. Авторы данной статьи предприняли попытку скомпенсировать отставание. Впервые на территории бывшего СССР нами была составлена и опубликована (Р.С.Сайфуллин, А.Р.Сайфуллин. Универсальный лексикон: химия, физика и технология. М.: Логос, 2001, 2002;

Г.Г.Хисамиев. Общая химия, задачи и упражнения (для вузов). Казань: Магариф, 1999, и др.) универсальная периодическая система учебно-справочного назначения, отвечающая международным стандартам (рис.3). Приятно отметить, что таблица из 18-ти групп появи-

Periodic Table of the Elements

Таблица элементов Д.И.Менделеева

Groups 1...18 IUPAC 1989 Groups IA...VIIIB IUPAC 1970 Группы 1...18 ИЮПАК 1989 Группы IA...VIIIB ИЮПАК 1970									
13	14	15	16	17	18				
IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA				
10.811 5 B 2s ² 2p ¹ 2084 -3750 2.04/2.01 Ворон Bor Велим	12.011 6 C 2s ² 2p ² -3550 4527 2.55/2.50 Carbon Углерод Сарбеленим	14.00674 7 N 2s ² 2p ³ -209.86 -195.8 3.04/3.07 Nitrogen Азот Нитрогеним	15.9994 8 O 2s ² 2p ⁴ -218.4 -182.98 3.44/3.50 Oxygen Кислород Окисленим	18.9984032 9 F 2s ² 2p ⁵ -219.82 -188.11 3.98/4.10 Fluorine Фтор Флюорим	4.002602 2 He 1s ² -272.2 -268.93 12.3 eV Helium Гелим				
26.981538 13 Al 3s ² 3p ¹ 660.37 2467 1.81/1.47 Aluminium [Aluminium] Алюминий	28.0855 14 Si 3s ² 3p ² 1412 3249 1.90/1.74 Silicon Кремний Силицим	30.973761 15 P 3s ² 3p ³ 44.14 280 2.19/2.06 Phosphorus Фосфор	32.066 16 S 3s ² 3p ⁴ 112.8 444.674 2.58/2.44 Sulphur Сера Сульфур	35.4527 17 Cl 3s ² 3p ⁵ -100.98 -34.6 3.16/2.83 Chlorine Хлор Хлорим	39.948 18 Ar 3s ² 3p ⁶ -189.2 -185.7 7.7 eV Argon Аргон				
58.6934 28 Ni 3d ⁸ 4s ² 1453 2732 1.81/1.75 Nickel Никель Нисоцим	63.546 29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹ 1083.4 2567 1.90/1.75 Copper Медь Сиритим	65.39 30 Zn 3d ¹⁰ 4s ² 419.88 907 1.85/1.66 Zinc Цинк Цинцитим	69.723 31 Ga 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ¹ 29.78 2403 1.81/1.82 Gallium Галлий	72.61 32 Ge 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ² 29.78 2403 2.01/2.02 Germanium Германий	74.92160 33 As 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ³ 817 (3.7MPa) сублим. 2.18/2.0 Arsenic Мышьяк Арсеним	78.96 34 Se 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ⁴ 217 684.9 2.55/2.48 Selenium Селен	79.904 35 Br 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ⁵ -7.25 58.78 2.96/2.74 Bromine Бром Бромим	83.80 36 Kr 3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ⁶ -156.6 -152.3 8.8 eV Krypton Криптон	
106.42 46 Pd 4d ¹⁰ 1552 3140 2.2/1.4 Palladium Палладий	107.8682 47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹ 961.93 2212 1.9/1.4 Silver Серебро (Argentum)	112.411 48 Cd 4d ¹⁰ 5s ² 320.9 765 1.7/1.5 Cadmium Кадмий	114.818 49 In 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ¹ 156.78 2080 1.78/1.5 Indium Индий	118.710 50 Sn 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ² 231.88 2270 1.96/1.7 Tin Олово Сталцим	121.760 51 Sb 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ³ 630.5 1750 2.05/1.8 Antimony Сурьма (Stibium)	127.60 52 Te 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ⁴ 630.5 1750 2.1/2.0 Tellurium Теллур	126.90447 53 I 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ⁵ 113.5 184.35 2.68/2.2 Iodine Иод Иодим	131.29 54 Xe 4d ¹⁰ 5s ¹ 5p ⁶ -111.9 -107.1 5.85 eV Xenon Ксенон	
195.078 78 Pt 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹ 1773.5 3830 2.2/1.4 Platinum Платина	196.96655 79 Au 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹ 1064 2807 2.4/1.4 Gold Золото Ауритим	200.59 80 Hg 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² -38.86 356.6 1.9/1.5 Mercury Ртуть (Mercurius)	204.3833 81 Tl 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ² 6p ¹ 303.5 1457 1.62/1.44 Thallium Таллий	207.2 82 Pb 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ² 327.5 1740 2.33/1.55 Lead Свинец (Plumbum)	208.98038 83 Bi 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³ 271.3 1564 2.02/1.67 Bismuth Висмут Бисмутим	(210) 84 Po 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴ 254 962 2.0/1.78 Polonium Полоний	(210) 85 At 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵ 302 337 2.2/1.88 Astatine Астат Астатим	(222) 86 Rn 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶ -71.0 -61.8 5.1 eV Radon Радон	
(269) 110 Uun 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²	() 111 Uuu 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	(277) 112 Uub 5f ¹⁴ 6d ² 7s ²	() 113 Unt 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² 7p ¹	(289) 114 Uuq 5f ¹⁴ 6d ³ 7s ² 7p ²	© R.S.Saifullin, A.P.Saifullin, 2003 © R.S.Saifullin, A.R.Saifullin, 2003				
Unnilbium Уннибий	Ununium Унуний	Ununbium Унунбий	Ununtrium Унунтрий	Ununquadium Унунквадий	грес				
157.25 64 Gd 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 1312 3250 -1.2/1.1 Gadolinium Гадолиний	158.92534 65 Tb 4f ⁸ 6s ² 1356 3123 -1.2/1.1 Terbium Тербий	162.50 66 Dy 4f ⁹ 6s ² 1409 2562 -1.2/1.1 Dysprosium Диспрозий	164.93032 67 Ho 4f ¹⁰ 6s ² 1474 2695 -1.2/1.1 Holmium Гольмий	167.26 68 Er 4f ¹¹ 6s ² 1529 2863 -1.2/1.1 Erbium Эрбий	168.93421 69 Tm 4f ¹² 6s ² 1545 1947 -1.2/1.1 Thulium Тулий	173.04 70 Yb 4f ¹³ 6s ² 819 1193 -1.2/1.1 Ytterbium Иттербий	174.967 71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 1663 3302 -1.2/1.1 Lutetium Лютеций		
(247) 96 Cm 5f ¹⁰ 6d ¹ 7s ² 1340 3110 1.2/1.2 Curium Кюрий	(247) 97 Bk 5f ⁹ 7s ² 1050 2630 -1.1/1.2 Berkelium Берклий	(252) 98 Cf 5f ¹⁰ 7s ² 900 1227 1.2/1.2 Californium Калифорний	(251) 99 Es 5f ¹¹ 7s ² 860 - - Einsteinium Эйнштейний	(257) 100 Fm 5f ¹² 7s ² - - -1.2 Fermium Фермий	(258) 101 Md 5f ¹³ 7s ² - - 1.2/1.2 Mendelevium Менделеев	(259) 102 No 5f ¹⁴ 7s ² - - - Nobelium Нобелий	(260) 103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² - - - Lawrencium Лоуренсий		

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

названия элементов с номерами 101–109 соответствуют решению ИЮПАК 1997 года, атомные (мольные) массы исправлены по данным ИЮПАК 1995 года.

В таблицу введены также для каждого элемента две альтернативные величины относительной электроотрицательности (ОЭО) атомов и основные физические параметры соответствующих простых веществ. Эти данные необходимы, в частности, для исключения устаревших ошибочных названий и написаний химических формул бинарных соединений. К примеру, водородные соединения элементов второго периода H₄C, H₃N, H₂O, HF, согласно значениям ОЭО (для водорода около 2,0, для других элементов — от 2,5 для углерода до 4,0 для фтора), являются соответственно карбидом, нитридом, оксидом и фторидом водорода. Поэтому приведенные выше написания формул аммиака и метана более справедливы, нежели традиционные NH₃ и CH₄.

Чтобы те, кто привык к короткой форме, тоже могли пользоваться таблицей, в ней, как и в ее первых зарубежных аналогах (The New Encyclopedia Britannica, 15-th Ed., Encyclopedia Britannica, Inc. Chicago, 1974–1994, и др.), новые номера групп согласованы со старыми (римскими) номерами групп и подгрупп. Но заметим, что, поскольку старая форма таблицы «ушла в отставку» окончательно и бесповоротно, более новые зарубежные источники уже не включают обозначения I–VIII (a или b), а дают только современные естественные номера от 1 до 18. Таким образом, российского школьника, утверждающего со слов учителя, что фосфор — элемент V группы, скорее всего, не поймет его зарубежный сверстник: у них фосфор давным-давно в 15-й группе...

Авторы приносят благодарность профессорам С.Г.Дьяконову, Н.В.Коровину, А.М.Кочеву, А.М.Кузнецову, Г.В.Лисичкину, А.И.Михайличенко, Ю.И.Сальникову, С.Н.Соловьеву, Н.А.Улаховичу, А.И.Хацринову и др. за понимание обсуждаемой в статье проблемы и поддержку высказанных в ней идей.

лас в недавних публикациях еще двух отечественных изданий (А.Б.Никольский, А.В.Суворов. Химия. СПб.: Химиздат, 2001; Новый справочник химика и технолога. СПб.: Мир и семья, 2002).

Названия элементов в этой системе даны на русском, английском и латин-

ском (если они не совпадают с английским) языке. Там, где это необходимо, приводятся альтернативные англо-американские (Na, K, W, Hg) и американские (Al, Cs, S) названия. Помимо современного распределения элементов по группам с первой по восемнадцатую,

Доктор медицинских наук,
профессор
А.У.Зиганшин,
Казанский государственный
медицинский университет

АТФ: новая роль для старого знакомого

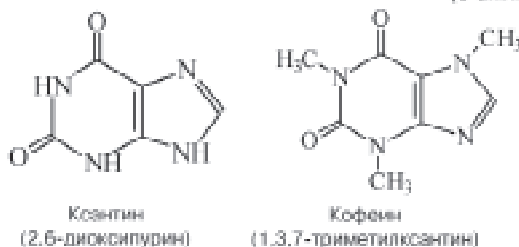
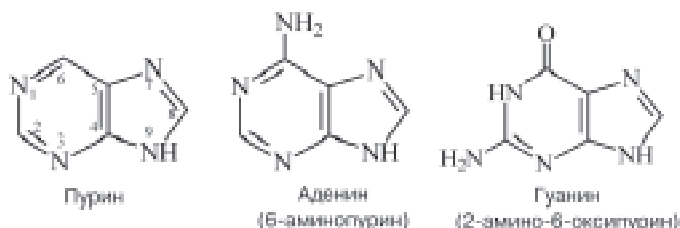
Художник Соня Астрина



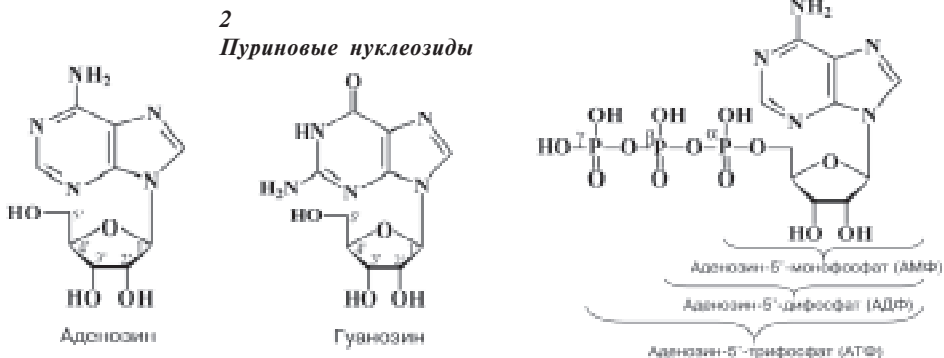
Пуриновые производные играют важную роль в разнообразных биохимических и физиологических процессах, происходящих в живом организме. Из школьного курса биологии известно, что аденозин участвует в синтезе РНК и ДНК, а аденозинтрифосфорная кислота, или АТФ, — это универсальный аккумулятор энергии внутри клетки. Студенты биологических факультетов изучают значение пуриновых нуклеотидов как «вторичных посредников» (циклические молекулы АМФ и ГМФ участвуют в передаче сигналов, регулирующих активность определенных генов) и компонентов ряда коферментов (ФАД, НАД, НАДФ). Студенты-медики, кроме того, могут вспомнить, что к пуриновым производным относятся некоторые широко используемые лекарственные препараты, например кофеин и теofilлин, а накопление в организме конечного продукта пуринового обмена, мочевой кислоты, — причина заболевания подагрой.

Однако в последние годы стало очевидным, что пуриновые нуклеотиды и нуклеозиды играют еще одну важнейшую роль в организме, которая пока не нашла отражения в классических учебниках биохимии, физиологии и фармакологии

1
Химическая структура наиболее важных пуриновых оснований



3
Наиболее важные адениновые нуклеотиды — АМФ, АДФ, АТФ



Структура и номенклатура

Пуриновые соединения синтезируются в организме в результате сложного многостадийного процесса с участием рибозо-5-фосфата, глутамина, аспартата и некоторых других промежуточных продуктов. Важнейшие пуриновые основания — аденин, гуанин, ксантин и гипоксантин, однако последние два в большинстве случаев являются лишь продуктами промежуточного синтеза (или распада) первых двух (рис. 1). Присоединение к ядру пуриновых оснований рибозы дает нуклеозиды — аденозин и гуанозин (рис. 2). Фосфорилирование гидроксильной группы рибозы в поло-

жении 5' (то есть присоединение к этой группе одного, двух или трех остатков фосфорной кислоты) ведет к образованию соответствующих нуклеотидов (рис. 3).

Наиболее распространенные адениновые нуклеотиды — аденозин-5'-монофосфорная кислота (адениловая кислота, аденозинмонофосфат, АМФ), аденозин-5'-дифосфорная кислота (аденозиндифосфат, АДФ) и аденозин-5'-трифосфорная кислота (аденозинтрифосфат, АТФ) имеют соответственно один, два и три остатка фосфорной кислоты. Описаны природные пуриновые нуклеотиды, имеющие более трех фосфорных остатков, а так-

же содержащие два пуриновых ядра, соединенных фосфатной цепочкой (динуклеотиды), однако в физиологических условиях концентрация их в тканях существенно ниже, чем у аденозинмоно-, -ди- и -трифосфата.

Фосфатные остатки в нуклеотидах соединены так называемой макроэргической (богатой энергией) связью. При гидролизе этой связи высвобождается около 7 кКал потенциальной энергии. АТФ, имеющая три макроэргические связи, рассматривается как аккумулятор энергии, образующейся в клетке (см. статью в этом же номере «Сжигание жира с калькулятором в руках»).

АТФ внутри и вне клетки

В физиологических условиях АМФ, АДФ и АТФ, как и другие нуклеотиды, диссоциируют — от гидроксильных радикалов остатков фосфорной кислоты отщепляется водород. В результате молекулы нуклеотидов (особенно АТФ) приобретают значительный электрический заряд, и, следовательно, клеточная стенка становится для них непреодолимой преградой. Поэтому концентрация адениновых нуклеотидов внутри клетки может быть в тысячу раз выше, чем вне ее.

Исходя из этого, долгое время считали аксиомой, что физиологическое и биохимическое значение пуриновых нуклеотидов ограничивается внутренней средой клетки, а рассуждения о внеклеточных эффектах АТФ полагали чистой казустикой. Однако уже в 30-е годы прошлого столетия было показано, что пуриновые нуклеотиды обладают выраженной фармакологической активностью как при введении в организм, так и при контакте с изолированными тканями. А это и означало, что нуклеотиды действуют, находясь снаружи клетки.

Во второй половине XX века уже накопилось много сведений о разнообразных эффектах внеклеточной АТФ. На основании этих данных профессор Мельбурнского университета Джеффри Бернсток сформулировал гипотезу о рецепторах АТФ — пуринергических рецепторах.

Пуринергическая гипотеза

Известно, что контакт одной нервной клетки с другой или передача импульса с нервной на исполнительную (например, мышечную) клетку в большинстве случаев происходит при помощи химических веществ-передатчиков, называемых нейромедиаторами. В периферической нервной системе роль нейромедиаторов играют в основном два вещества — ацетилхолин и норадреналин.

Было показано, что нейромедиаторы, выделяясь под действием импульса из нервной клетки, достигают другой клетки и связываются на ее поверхности с особыми белковыми структурами — рецепторами. Благодаря этому и происходит передача информации. Рецептор можно «выключить», подобрав к нему блокатор — молекулу, которая свяжется с рецептором и лишит его возможности ответить на сигнал. Однако в 60–70-е годы XX века стали накапливаться сведения о том, что в автономной (вегетативной) нервной системе, иннервирующей внутренние органы, регистрируются ответы, которые не угнетаются блокато-

рами рецепторов ацетилхолина и норадреналина. Естественно, возникло предположение, что там имеются какие-то иные рецепторы, возбуждаемые неизвестным нейромедиатором.

Поскольку природа этого нейромедиатора долгое время оставалась неизвестной, его называли просто «нехолино-, неадренергический медиатор». Соответственно говорили также о нехолино-, неадренергических нервах и нехолино-, неадренорецепторах. Претендентов на роль этого неизвестного третьего нейромедиатора было очень много: гистамин, серотонин, простагландины, аргинин, аланин, гистидин и другие аминокислоты. Однако большинство из них вскоре были отвергнуты.

В 1972 году Дж.Бернсток опубликовал обзор, теперь ставший классическим, в котором привел многочисленные факты, говорящие о том, что именно АТФ и, возможно, также аденозин действуют как нейромедиаторы в тех самых нехолино-, неадренергических нервах.

Еще в середине прошлого века классики физиологии определили, каким критериям должно удовлетворять вещество, чтобы оно могло называться нейромедиатором, выделяющимся из определенного нерва:

— вещество и ферменты для его синтеза должны быть найдены в нервной клетке;

— вещество должно выделяться из нервного окончания при его стимуляции;

— при введении вещества извне должен достигаться такой же эффект, какой вызывает стимуляция нерва;

— должен существовать какой-либо механизм удаления нейромедиатора из синапса — ферментативный распад, обратный захват нервной клеткой или что-то другое;

— блокаторы эффекта вещества должны оказывать угнетающее действие на эффект стимуляции нерва.

Бернсток привел убедительные доказательства того, что АТФ как нельзя лучше соответствует всем этим критериям, и предложил называть нервы, выделяющие АТФ, пуринергическими, а рецепторы, на которые АТФ действует, — пуринергическими.

Нельзя сказать, что пуринергическая гипотеза была сразу и безоговорочно принята ученым миром. Находились оппоненты, которые высказывали мнение, что эта гипотеза — не что иное, как чистый вымысел. Однако в целом упомянутый обзор и последующие публикации профессора Бернстока, который стал к тому времени заведующим крупнейшей в Европе кафедрой Лондонского университета, вызвали очень большой инте-



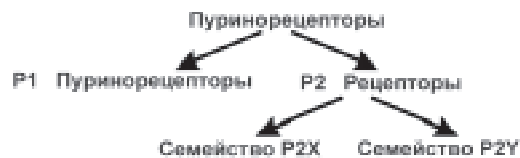
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

рес. В конце 80 — начале 90-х годов прошлого века несколько работ Бернстока были в числе лидеров по цитируемости в научных журналах.

Сегодня тысячи исследователей по всему свету занимаются разными аспектами физиологии, патофизиологии, морфологии, фармакологии и молекулярной биологии пуринергических рецепторов, а также их клинического значения. Создано международное общество исследователей пуринергических рецепторов «Пуриновый клуб» (Purine Club, www.purineclub.it). Раз в два года оно проводит международные научные конференции, в работе которых участвуют 500–600 человек со всего света. Поэтому в настоящее время можно с полным основанием утверждать, что гипотеза выдержала проверку временем и превратилась в полноценную теорию. И хотя не все аспекты этой теории полностью ясны, действенность ее подтверждается, в частности, тем, что уже сегодня создаются новые лекарственные препараты, воздействующие на пуринергические рецепторы.

Пуринергические рецепторы: какими бывают и что делают

В 1978 году Бернсток предложил первую классификацию пуринергических рецепторов: выделил P1-пуринергические рецепторы, на которые в основном действует аденозин, и P2-пуринергические рецепторы, на которые действует АТФ. В последующем



4

Классификация пуринергических рецепторов (IUPHAR, 2001)

эту классификацию углубили, расширили, дополнили, каждый из типов разделили на несколько подтипов. Современная классификация пуринергических рецепторов, составленная согласно рекомендациям Номенклатурного комитета Международного общества фармакологов, представлена на рис. 4. Из

названия рецепторов для АТФ убрали слово «пурино», поскольку было установлено, что на некоторые подтипы P2-рецепторов оказывают влияние не только пуриновые, но и пиримидиновые нуклеотиды, например уридинтрифосфат или уридиндифосфат. В каждом из семейств P2-рецепторов выделяют несколько подтипов, обозначаемых цифрами. Эти цифры присваиваются лишь после того, как определена молекулярная структура рецептора и проведено его генетическое воспроизводство (клонирование). На сегодня в номенклатуру рецепторов внесено семь подтипов P2X-рецепторов и шесть подтипов P2Y-рецепторов.

Принципиальное отличие между двумя семействами P2-рецепторов — их молекулярная структура и механизм внутриклеточного опосредования сигнала.

P2X-рецептор представляет собой длинную цепь последовательно связанных аминокислот, которая, образуя большую петлю снаружи клетки, обоими концами цепи проходит насквозь мембрану так, что оба конечных фрагмента цепи находятся внутри клетки. Возбуждение P2X-рецепторов приводит к открытию в мембране клеток каналов, пропускающих ряд ионов (натрий, калий, кальций), в результате чего изменяется электрический заряд на мембране. Именно это вызывает ответ клетки.

Цепь молекулы P2Y-рецептора простирается насквозь мембрану клетки семь раз, образуя по три небольшие петли снаружи и изнутри клетки. Стимуляция специфическим агонистом (агонистами рецептора фармакологи называют вещества, вызывающие такой же ответ, как и эндогенный, естественный нейромедиатор) приводит к запуску внутри клетки каскада последовательных реакций. Ключевую роль в нем играет G-белок. В результате этих реакций высвобождаются так называемые вторичные внутриклеточные посредники (инозитол-трифосфат, цАМФ, Ca⁺⁺), обеспечивая ответную реакцию клетки.

P2X- и P2Y-рецепторы широко пред-

ставлены в органах и тканях млекопитающих, в том числе и человека. Например, рецепторы подтипа P2X₁ имеются на гладких мышцах многих внутренних органов — мочевого пузыря, семявыносящих протоков, кишечника, и опосредуют сократительные ответы этих органов. Рецепторы P2X₅ часто выявляют в клетках тканей, находящихся на стадии интенсивного роста и дифференцировки. Стимуляция P2X₇-рецепторов запускает в клетке механизмы апоптоза — запрограммированной гибели. Несколько подтипов P2Y-рецепторов найдены в клетках эндотелия (внутренней выстилки) кровеносных сосудов. Стимуляция этих рецепторов приводит к высвобождению оксида азота (NO), что, в свою очередь, вызывает расширение сосудов. (О действии оксида азота подробно написано в «Химии и жизни», 1999, № 2, в статье по поводу Нобелевских премий 1998 года и виагры.) Именно с этим механизмом связывают гипотензивный эффект (снижение артериального давления) при внутривенном введении АТФ. В клиническом отношении важны P2Y-рецепторы тромбоцитов — клеток крови, ответственных за ее свертывание: показано, что стимуляция этих рецепторов повышает, а блокада снижает способность тромбоцитов склеиваться друг с другом, образуя внутрисосудистые тромбы. Тромбоз (закупорка) сосудов — одна из наиболее частых причин инфаркта миокарда, инсульта, нарушения кровообращения в нижних конечностях.

Как видим, «послужной список» пуринорецепторов весьма внушителен. Понятно, что они не могут не привлекать пристального внимания биохимиков и фармакологов.

PPADS — антагонист P2-рецепторов

Одни из важнейших агентов в экспериментальной фармакологии и физиологии при работе с рецепторами — специфические антагонисты (блокаторы) этих рецепторов. Хотя несколько различных по структуре соединений были описаны как антагонисты P2-рецепторов, ни одно из них не удовлетворяло исследователей, поскольку эти соединения были либо недостаточно эффективны, либо низкоселективны. Именно отсутствие селективных антагонистов P2-рецепторов и побудило нас исследовать антагонистическую активность пиридоксальфосфат-6-азофенил-2',4'-дисульфоновой кислоты, получившей затем общепринятую аббревиатуру PPADS. (В устной речи англичане иногда называют это вещество «пипадс», русские — ПФАД, или пири-

фад. Но общепринятого тривиального названия пока нет.)

Во многом благодаря счастливому стечению обстоятельств на это вещество обратили внимание наши коллеги из Франкфуртского университета. Оно легко растворилось в воде и имело некоторые сходные черты с описанными к тому времени антагонистами P2-рецепторов: в молекуле этого вещества также есть два атома азота, связанных двойной связью (—N=N—).

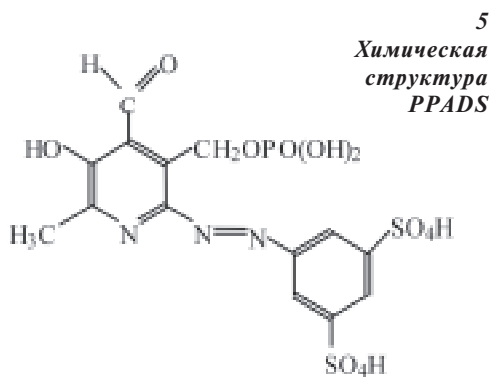
Исследования на различных тканях, клетки которых имели P2-рецепторы, показали, что пирифад — эффективный антагонист для P2X-рецепторов, но при этом не влияет на эффекты, опосредуемые P2Y-, холино-, адрено- или гистаминорецепторами в тех же тканях. Эти исследования стали началом большой серии работ, которые подтвердили наш вывод о высокой селективности PPADS по отношению к периферическим P2X-рецепторам.

В настоящее время PPADS — единственный доступный препарат, имеющий такую селективность, и поэтому включен в официальную «Классификацию рецепторов и ионных каналов», подготовленную Международным фармакологическим комитетом (IUPHAR Committee) в качестве одного из эталонных антагонистов P2X-рецепторов. В дальнейшем мы исследовали многие аналоги пирифада и выявили несколько перспективных соединений, но пока что он остается одним из лучших.

Однако преимущества пирифада — не только в высокой селективности. Концентрацию внеклеточной АТФ и, следовательно, интенсивность взаимодействия АТФ с P2-рецептором, в физиологических условиях ограничивает ферментативная система, обеспечивающая последовательный распад АТФ через АДФ и АМФ до аденозина или (реже) до биологически неактивных инозина и гипоксантина. Этот каскадный распад АТФ запускает особый фермент, получивший название эктоАТФаза, поскольку его активный центр расположен снаружи клетки.

Снижение активности эктоАТФазы приведет к уменьшению скорости распада АТФ и соответственно увеличит силу и продолжительность действия АТФ на P2-рецептор. И наоборот — повышение активности эктоАТФазы влияние АТФ уменьшит. Следовательно, вещества, угнетающие активность эктоАТФазы, будут усиливать, а вещества, повышающие активность фермента, — уменьшать P2-рецепторопосредованные эффекты.

Поскольку эктоАТФаза находится на наружной поверхности мембраны клетки, для того, чтобы оценить ее



истинную активность, необходимо соблюсти определенные условия. Во-первых, вся поверхность клетки должна быть доступна для субстратов реакции. Во-вторых, клетки не должны повреждаться, чтобы в среду не попали внутриклеточные белки и ферменты, многие из которых обладают АТФазной активностью. В-третьих, нужно знать точное количество клеток, участвующих в реакции.

Эти условия можно обеспечить лишь при использовании единично-клеточных тканей, например, клеток крови. (Напомним, что кровь с точки зрения физиолога — тоже ткань, хотя и жидкая.) Однако сложности в выделении определенной популяции клеток, хрупкость и малый их размер, трудности в быстром выделении продуктов реакции из среды инкубации делают эти клетки очень неудобными.

Мы предложили простую и удобную методику оценки активности эктоАТФазы с использованием ооцитов (икринок) южноафриканских лягушек рода *Xenopus*.

Ооциты лягушек — это неоплодотворенные женские половые клетки, каждая из которых представляет собой темный шар диаметром 1—2 мм. Взятые от одной самки ооциты абсолютно однородны (почти идентичны друг другу); они очень устойчивы к механическому воздействию (их можно брать пинцетом); их видно невооруженным глазом и поэтому легко считать или заметить поврежденный ооцит.

В предварительных экспериментах мы установили, что инкубация ооцитов с раствором АТФ приводит к уменьшению количества АТФ в растворе и появлению продуктов ее распада — АДФ, АМФ и аденозина. Это и означало, что на поверхности ооцитов есть эктоАТФаза. Мы дали подробную биохимическую характеристику этого фермента, а затем стали использовать ооциты лягушек для быстрого и эффективного скрининга (отбора) веществ, влияющих на активность эктоАТФазы. На одних и тех же ооцитах оценивается скорость распада АТФ до и после добавления в среду испытуемого вещества: активаторы эктоАТФазы интенсифицируют распад АТФ, а ингибиторы фермента — замедляют.

Мы установили, что большинство веществ, описанных как антагонисты P2-рецепторов, угнетают активность эктоАТФазы, а следовательно, искажают истинные результаты взаимодействия агониста (АТФ) с P2-рецептором. Но пирифад и в этом отношении оказался наиболее выигрышным, поскольку начинал угнетать активность эктоАТФазы в концентрациях в 10–30 раз больших, чем те, в которых он проявлял антагонизм с P2-ре-

цептором. Таким образом, если использовать малые концентрации пирифада, эффект антагонизма будет неискаженным.

Вообще, надо заметить, что ответ рецептора в живом организме не является величиной постоянной — на него оказывают влияние самые различные факторы. Большинство работ по изучению P2-рецепторов млекопитающих проводится при нормальной температуре, то есть при 36–37°C. Однако в клинических условиях может встречаться как гипотермия (например, искусственное охлаждение тела при операциях на сердце или на мозге), так и гипертермия (например, при воспалительных или инфекционных заболеваниях). Поэтому мы исследовали эффективность P2-рецепторопосредованных ответов при различных температурах. Выяснилось, что снижение температуры значительно усиливает, а повышение температуры снижает сократительные ответы гладкомышечных тканей, опосредуемых P2X-рецепторами. А вот опосредованное P2Y-рецепторами расслабление тканей не зависит от температуры. Эти результаты следует учитывать при оценке клинической эффективности новых веществ, в механизме действия которых участвуют P2-рецепторы.

Из лаборатории — в клинику

Сегодня накоплен обширный фактический материал, свидетельствующий о том, что P2-рецепторы могут быть мишенью для фармакологического воздействия. Иначе говоря, вещества, которые взаимодействуют с этими рецепторами, способны стать основой для создания лекарств, действующих по принципиально новому механизму.

Одно из достижений фармакологии последних лет — внедрение в широкую клиническую практику препарата клопидогрела. Это антагонист P2Y-рецепторов, расположенных на поверхности тромбоцитов крови: взаимодействуя с рецепторами, он препятствует их агрегации. По результатам многоцентровых клинических испытаний препарата, в которых участвовало более 19 тысяч больных, было установлено, что у больных с атеросклерозом и гиперхолестеринемией клопидогрел в большей степени, чем аспирин, снижал риск развития тяжелых тромботических осложнений, инфарктов миокарда и инсультов, уменьшал частоту летальных исходов. На стадии клинических испытаний сейчас находятся еще несколько препаратов с аналогичным механизмом действия.

Перспективны с клинической точки



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

зрения также противоопухолевое, сахароснижающее, антигипертензивное, антиишемическое, противовоспалительное и некоторые другие эффекты агонистов и антагонистов P2-рецепторов. Вот лишь один пример. В наших недавних исследованиях было показано, что на поздних сроках беременности в матке человека выявляются сократительные ответы, опосредованные P2-рецепторами, тогда как в небеременной матке подобные ответы отсутствуют. Не исключено, что экспрессия P2-рецепторов происходит именно во время беременности и, вероятно, имеет физиологическую целесообразность: быть может, усиливает сокращения матки в период родов. Если это так, то средства, возбуждающие P2-рецепторы, могут быть применены в качестве стимуляторов родовой деятельности.

Итак, мы видим, что за 30 лет (если взять за точку отсчета 1972 год, когда Дж.Бернсток впервые выдвинул гипотезу о медиаторной роли АТФ) были достигнуты большие успехи в исследовании P2-рецепторов. Расшифрована молекулярная структура подтипов рецепторов, установлены внутриклеточные механизмы реализации их ответа, выявлена их функциональная значимость в различных тканях. Успехи молекулярной генетики последних лет по созданию мышей с дефектом определенных генов (так называемые нокаутированные мыши, или knock-out mice) открыли новую главу в изучении физиологической и патофизиологической роли этих рецепторов.

Однако особенностью новейшего этапа в истории P2-рецепторов стал клинический, прикладной характер исследований. Фармацевтические компании все активнее проявляют к ним интерес, так что уже в ближайшем будущем можно ожидать появления новых селективных агонистов и антагонистов P2-рецепторов. А затем — и новых лекарственных препаратов.



Наночормы из полимеров

S.O.Kim et al., «Nature», 2003, v.424, p.411

Молекулы амфифильных веществ способны самособи­ раться в водном растворе, образуя плоские слои (ла­ меллы), шарообразные (ми­ целлы) и цилиндрические структуры. Но в этом спон­ танном упорядочении все­ гда присутствует случай­ ность, из-за чего, скажем, мицеллы получаютс я неодинакового размера. Специа­ листы из Южной Кореи, США и Швейцарии научи­ лись управлять самосборкой диблоксополимера PS— PMMA, состоящего из двух соединенных цепей — од­ ной (PS) из полистирола, а другой (PMMA) из полимет­ акрилата.

Цепь PMMA полярна, а PS нет, поэтому полимер скру­ чивается не в один общий клубок, а в два: каждый из двух концов сворачивается самостоятельно, так что вся молекула принимает форму гантели (в этих эксперимен­ тах диаметр любого ее шарика составлял 24 нм). Сосед­ ним гантелям выгодно распо­ ложиться так, чтобы шарики одного типа имели контакты друг с другом, и в результате возникает многослойный сэндвич, ориентация которо­ го случайна. Но если в рас­ твор опускали плоскую под­ ложку, покрытую гидрофиль­ ными молекулами (с ними связывались блоки PMMA), то все слои выстраивались параллельно плоскости под­ ложки (рис. А).

Затем исследователи ус­ ложнили опыт — методом фотолитографии они сфор­ мировали подложку, на кото­ рой чередуются гидрофобные и гидрофильные полосы (с тем же периодом, что и у ган­ телей). В этом случае поли­ мер образовывал перпенди­ кулярные ей слои (рис. Б). Наличие такой высокоупоря-

доченной трехмерной ре­ шетки подтвердили с помо­ щью сканирующего элект­ ронного микроскопа.

Получается, что вид под­ ложки определяет структуру осаждаемого на нее матери­ ала — такой процесс называ­ ют эпитекстиальной само­ сборкой. Как видим, он позво­ ляет создавать требуемые пространственные распреде­ ления амфифилов. После этого с ними можно произ­ водить новые операции, на­ пример вызвать деполимери­ зацию PMMP (то есть рас­ творить каждый второй из вертикальных слоев), а обра­ зующиеся полости заполнить другими молекулами. Не исключено, что таким способом будут собирать раз­ личные наночустройства, ска­ жем оптоэлектронные.

Санта-Барбара: у точки зеро

R.G.Knobel, A.N.Cleland, «Nature», 2003, v.424, p.291

Принцип неопределенности, сформулированный в 1927 году В.Гейзенбергом, — один из краеугольных камней кван­ товой механики. Он накладыва­ ет ограничение на точность, с которой можно одновремен­ но измерить координату и импульс физического объек­ та, и его истинность для опи­ сания явлений микромира давно подтверждена. А вот в макромире сделать это трудно, так как связанные с ним слабые эффекты обычно за­ биваются тепловым движе­ нием молекул. Обнаружить его проявления на макро­ объекте можно только вбли­ зи абсолютного нуля — там должны наблюдаться обус­ ловленные принципом Гей­ zenберга так называемые «ну­ левые» (zero-point) флуктуа­ ции. Однако устройство, которое позволит их зарегистри­ ровать, должно обладать чрезвычайно высокой чув­ ствительностью.

Два физика из университе­ та Санта-Барбары, используя последние достижения нано­ технологии, создали схему,

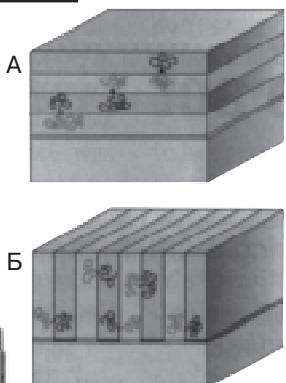
которая фиксирует сверхма­ лые колебания кристалла. Они взяли твердую пластину длиной в тысячную долю миллиметра, состоящую при­ мерно из 10 миллиардов ато­ мов, то есть макроскопичес­ кий механический осцилля­ тор. Над пластиной на расстоянии 250 нм размес­ тили одноэлектронный тран­ зистор — квантовую точку, через которую с одного элект­ рода на другой поодиночке проскакивают электроны. Управляет их туннелирова­ нием электрод-затвор, а им в данном случае служит сама колеблющаяся пласти­ на (она покрыта слоем ме­ талла, и на нее подан потен­ циал). Будучи охлажденной до 30 мК, пластина вибри­ ровала с собственной частотой порядка 1 ГГц, и схема позволяла наблюдать эти коле­ бания, поскольку они мо­ дулировали величину тока в транзисторе.

Для обнаружения нулевых флуктуаций чувствитель­ ность прибора необходимо повысить еще на два поряд­ ка, и тем не менее сделан важный шаг на пути к дости­ жению этой цели. Кроме того, умение сверхточно опре­ делять микросмещения объекта требуется в метроло­ гии, зондовой микроскопии и в других приложениях.

Медицинская эпигенетика

«Nature», 2003, v.421, p.686

Давно замечено, что многие заболевания носят врож­ денный характер, и для не­ которых из них уже найде­ ны четкие молекулярные причины — мутации в опре­ деленных генах. Но в послед­ ние годы накопились данные, которые не уклады­ ваются в концепцию мута­ ций. Так, нередко случаи, когда только один из одно-



яйцевых близнецов в сходных условиях заболевает шизофренией, а эта патология считается наследственной. Известны злокачественные опухоли, когда ДНК раковых клеток не содержат мутаций, и онколог А.Фейнберг из Института Джона Хопкинса в Балтиморе считает этот факт обнадеживающим: ведь нормализовать работу клетки должно быть проще в том случае, если ее генотип не изменен.

У наследственной информации есть составляющая, не связанная напрямую с последовательностью нуклеотидов ДНК. Ее называют эпигенетической, то есть надгенетической: над линейным текстом ДНК имеется надстройка — как бы система каталогов и перекрестных ссылок, с помощью которой клетка определяет набор экспрессируемых в тех или иных условиях генов, переключает генетические программы. Самое главное, что сведения о состоянии таких переключателей способны сохраняться при делении клеток, то есть передаваться дочерним клеткам, а через половые клетки — и новым поколениям организмов.

Эта управляющая работой генов информация может заключаться в распределении метилированных участков хромосомной ДНК, в структуре хроматина (модификации входящих в него белков), а также в цитоплазматических регуляторных системах. Эпигенетическая память проявляет себя в ходе дифференцировки клеток при эмбриональном развитии, играет ключевую роль в клонировании, а также в технологиях стволовых клеток — везде, где речь идет о переключениях имеющихся в геноме программ, но не об изменении самих программ.

Она важна и в эволюции — именно через нее могли бы переходить к потомству сведения об адаптациях, вызванных факторами внешней среды, то есть этот вид памяти проливает новый

свет на старую проблему наследования приобретенных признаков (см. дискуссию «рыцарей круглого стола биологии» в нашем журнале, № 2,4,6 за этот год). Так, шведские медики обнаружили, что внуки людей, которые по-разному питались (недостаточно или избыточно) в период полового созревания, отличаются по склонности к диабету.

Долгое время эпигенетика была в тени генетики, но теперь она выходит на первый план. Для изучения ее медицинских аспектов в Европе организован «Human Epigenome Consortium», первая задача которого — составить карты распределения возможных метилированных участков в геноме человека. Уже показано, что у одной-двух близнецов эти участки не всегда совпадают, и сейчас онкологи пытаются лечить некоторые виды рака, исходя из данных об особенностях метилирования ДНК у конкретного больного.

Реализация такой программы существенно дополнит уже заверченный проект по секвенированию генома. Кстати, недавно вышла популярная книга «Геном человека» замдиректора Института молекулярной генетики РАН профессора В.З.Тарантула (М.: Языки славянской культуры, 2003), в которой обсуждаются различные аспекты этого эпохального достижения.

Юбилей Х.А.Лоренца

14 октября в Институте истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН (в ИИЕТе) прошла конференция, посвященная 150-й годовщине со дня рождения нидерландского физика-теоретика, создателя классической электронной теории, предтечи релятивизма Хенд-

рика Антона Лоренца (1853—1928). Он внес существенный вклад в электродинамику, термодинамику, оптику, атомную и квантовую физику. Ему удалось вывести электрические, магнитные и оптические свойства вещества, исходя из анализа движения дискретных электрических зарядов.

Пытаясь разрешить противоречия в теории эфира (гипотетической среды, в которой распространяются электромагнитные волны), возникшие после отрицательного результата опыта Майкельсона—Морли, Лоренц постулировал сокращение длины тела в направлении его движения и вывел преобразования пространственно-временных координат, которые давали такое сокращение. По предложению А.Пуанкаре, им было присвоено имя голландского физика, и они стали математической основой специальной теории относительности А.Эйнштейна.

Современники Лоренца ценили его и за выдающиеся научные достижения, и за редкие душевные качества. В речи на его похоронах Эйнштейн сказал: «Свою жизнь он до мельчайших подробностей создавал так, как создают драгоценное произведение искусства... Все с радостью следовали за ним, чувствуя, что он стремится не властвовать над людьми, а служить им».

Б.М.Болотовский (ФИАН) рассказал о попытках Лоренца и его предшественников (В.Фохта, Дж.Лармора, Дж.Фицджеральда) получить преобразования, которые сохраняли бы инвариантность уравнений Максвелла. И хотя Лоренц в основном справился с этой задачей, окончательный вид уравнениям придал Пуанкаре.

М.А.Ковнер (ИИЕТ) остановился на модели упруго-связанного электрона, с помощью которой Лоренц объяснил, в частности, открытый его соотечественником П.Зееманом эффект расщепления спектральных линий атомов под влиянием

магнитного поля (Зееман и Лоренц разделили Нобелевскую премию по физике за 1902 год).

Ю.А.Любимов (МГУ) отметил достижения Лоренца в оптике, где есть так называемая формула Лоренца—Лоренца (названная в честь Хендрика Лоренца и его датского однофамильца Людвиг Лоренца). Оба ученых независимо вывели формулу, связывающую плотность вещества с его показателем преломления.

В.П.Визгин (ИИЕТ) остановился на малоисследованном вопросе об участии Лоренца в разработке теории гравитации. Вначале голландский ученый развивал идею о том, что гравитация есть побочный эффект электромагнитных сил, затем пытался получить уравнения гравитации на основе вариационного принципа. Его переписка с Эйнштейном показывает, что их обмен мнениями по этой проблеме был плодотворным.

В следующем году ученый мир отпразднует такой же юбилей Пуанкаре, а через год — столетие теории относительности, и, значит, преобразования Лоренца вновь окажутся в центре внимания. Вопрос в том, верны ли они.

Нужно сказать, что в своем исходном виде эти преобразования (и у Лоренца, и у Пуанкаре, и у Эйнштейна) содержали зависящий от скорости множитель, характеризующий общее изменение масштабов, и все трое приравнивали его тождественно единице. Однако, как показал автор этих строк в конце 80-х годов, масштабный коэффициент не обязан быть равен единице, и его необходимо вернуть в формулы. Физический смысл множителя прост: он описывает эффект Доплера и равен $\sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$. Тогда СТО и ОТО резко упрощаются, например исчезает парадокс близнецов, а гравитационное поле становится скалярным (эти соображения изложены в моей брошюре «Мемуар по теории относительности и единой теории поля». М., 2000).

Подготовил
Л.Верховский

В продолжение темы «Что такое душа?» предлагаем вниманию читателей главу из книги Л.А.Блюменфельда «Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики» (М.: Едиториал УРСС, 2002)

Проблема индивидуального сознания

Около двадцати лет назад я написал короткое эссе под названием «Наука и религия». Эти заметки были в значительной степени инициированы долгими ночными беседами с Николаем Тимофеевым-Ресовским (1900–1981). В 70-х годах он часто ночевал у меня во время его еженедельных визитов в Москву из Обнинска. В течение более чем двадцати лет нашего знакомства меня всегда поражало гармоническое сочетание в этом великом ученом истинной религиозно-сти, интенсивной творческой активности в науке и широкой эрудиции в областях, далеких от его профессиональной деятельности. Взаимоотношение науки и религии его всегда волновало и даже мучило.

Двадцать лет назад эти заметки не могли быть опубликованы. После начала «перестройки» они появились в русском журнале «Наука и жизнь» (1989, вып. 10) с помощью заместителя главного редактора этого журнала Рады Аджубей.

Некоторые части этого эссе близки к уже написанному в предыдущих главах. Я подверг его некоторому сокращению.

What is mind? No matter.
What is matter? Never mind.

Б.Рассел

Наука и религия

Почти мистическая уверенность в могуществе и безошибочности науки, появившаяся с расцветом рационализма в XVII и XVIII столетиях, несколько поколеблена в наши дни, но еще сильна, особенно среди образованных и полу-образованных членов нашего общества. Подавляющее большинство ученых России отвергло пионерские идеи Беркли и Юма, модернизированные затем Махом, Дюгемом и Пуанкаре. Люди до сих пор верят, что, описывая мир, наука его объясняет. Многие ученые находятся под влиянием примитивно оптимистических обещаний диалектического материализма об асимптотическом приближении к абсолютной истине, несмотря на убедительные доказательства обратного наукой сегодняшнего дня.

Объясняет ли наука что-либо? Понимаем ли мы что-либо по-настоящему?

Люди тщеславно и необоснованно верят в то, что человеческий мозг в состоянии, в принципе, понять истинный смысл вещей и событий в окружающем мире.

Каждый, кто профессионально работал в одной из областей естествознания, знает, что с ростом числа наблюдаемых фактов и теорий, их интерпретирующих, неизбежно приходится вводить новые постулаты, то есть утверждения типа «это так, потому что это так». На заре науки постулаты не казались опасными: их истинность представлялась самоочевидной. Так было, например, с постулатами классической механики, хотя и не всегда. Первый закон Ньютона, являющийся постулатом, на первый взгляд не казался таким уж самоочевидным. Наоборот, ежедневный опыт склонялся в пользу постулатов Аристотеля. Постулаты Ньютона требовали большей степени абстракции и экстраполяции результатов наблюдения в меняющихся условиях. Но они были более «достоверны», так как были приложимы к большему числу наблюдаемых фактов. Люди привыкли к постулатам Ньютона, и они стали самоочевидными.

Процесс привыкания к новым идеям пронизывает всю историю естественных наук. «Ученые не меняют взглядов. Они просто вымирают» (Макс Планк). Новые поколения привыкают к новым идеям, которые они воспринимают с детства. Великие физики конца XIX — начала XX века не смогли принять квантовую механику, постулаты которой драматически отличались от

постулатов классической физики. Сегодняшние студенты не испытывают никаких затруднений с текстами, касающимися проблем квантовой механики. Это происходит не потому, что они понимают эти проблемы лучше, чем Лоренц или Планк, а потому, что они с самого начала привыкли к постулатам квантовой механики. Они не успели привыкнуть к тому, что постулаты классической физики самоочевидны и потому верны. На самом деле постулаты квантовой механики понятны и самоочевидны не более и не менее, чем постулаты старой физики.





Художник Я. Сметанина

ВНИМАНИЕ, КОНКУРС!

Все они являются утверждениями типа «это так, потому что это так».

По мере развития науки все сильнее чувствуется, что ее основы не доказуемы. Современная физика вакуума разрушает наши привычные идеи о пространстве. Успехи астрофизики заставили ученых принять концепцию Большого Взрыва, которая разрушает наши привычные представления о пространстве и времени значительно более фундаментальным образом, чем это было сделано специальной и общей теориями

относительности. Естественно, люди привыкнут к этому новому пониманию и новые идеи станут самоочевидными. По мере своего развития наука приобретает черты религии: количество априорно, на веру принимаемых утверждений, растет.

В конечном счете наука основана на вере в существование внешнего мира, не зависящего от индивидуального сознания. Без этой веры наука невозможна. Эта вера является основой недоказуемых утверждений (нет нужды пересказывать здесь рассуждения великих философов), которые накапливаются с увеличением числа менее фундаментальных постулатов, вводимых *ad hoc*.

Задачей науки является регистрация новых фактов и построение моделей (теорий), которые дают наиболее убедительные объяснения как можно большему числу фактов, используя как можно меньше постулатов.

Идеальная теория, то есть единственная форма «понимания», доступная науке, однозначно описывает определенный набор фактов и с помощью человеческой логики приводит к предсказанию новых.

Каждый шаг в развитии науки отрезает целый ряд других возможных путей ее развития. В этом смысле эволюция науки напоминает биологическую эволюцию, когда каждая новая стадия отрезает многие возможные пути (не все — бывает конвергенция).

Значит ли все сказанное, что люди вообще не могут что-либо понимать, не могут быть полностью убеждены в чем-либо? Конечно, нет.

Существуют утверждения, в правильности которых я убежден наверняка и которые *для меня* не требуют доказательств, потому что они даны мне непосредственно. Я убежден в существовании моего собственного индивидуального сознания. Я знаю точно, что я могу поднять свою собственную руку, если и когда захочу, начать думать о чем-нибудь, сказать что-либо, вспомнить что-либо. Не имеет никакого значения, что направление моих мыслей или даже их появление, вероятно (не могу быть уверен, это уже область науки), зависит от моего взаимодействия с окружающим миром. Я знаю наверняка, что мой выбор мыслей и возможных действий зависит от меня самого. Это знание о существовании моей свободной воли не включает других людей. Тьюринг показал невозможность (в рамках человеческой логики, а другой у нас нет) отличить «снаружи» человека, у которого есть индивидуальное сознание, от остроумно сконструированного автомата, у которого его нет. (См. обсуждение теста Тьюринга и других вопросов, связанных с сознанием и искусственным интеллектом, в книге Р. Пенроуза «Новый разум императора» (М.: Едиториал УРСС, 2002). — Прим. ред. книги.) Поэтому индивидуальное сознание и свобода воли человека всегда будут вне области науки.

Это ощущение, или, если хотите, вера, основано на знании, непосредственно данном каждой личности. В конечном счете это означает убеждение в существовании *души*. Поэтому любой агностик, любой атеист знает (какие бы умелые логические конструкции он ни использовал, чтобы скрыть от себя это знание), что он, по крайней мере, лично он, обладает душой. Удивительный парадокс: многие люди убеждены в правильности вещей, которых они на самом деле не понимают, но отвергают то, в правильности чего они на самом деле уверены.

Как уже было сказано выше, проблемы индивидуального сознания и души лежат за пределами науки. И не только сегодняшней науки. Имеется множество научных проблем, лежащих за пределами науки наших дней в том же смысле, как проблема радиоактивности была за пределами науки во времена Галилея или Ньютона. Проблема индивидуального сознания лежит за пределами любой мыслимой науки. Наука решит проблему мозга и разума, проблему сложной нервной системы, возникшей в ходе биологической эволюции. Наука решит эти проблемы своим способом, сведя их к недоказуемым постулатам, логически проложив путь от постулатов к наблюдаемым фактам.

Индивидуальное сознание, которое имею я и, весьма вероятно, имеют другие люди (чем я лучше других?) и которым об-



ВНИМАНИЕ, КОНКУРС!

ладают, по всей вероятности, все живые объекты, является совершенно иным типом проблемы. Проблема души, не поддающаяся научному анализу, принадлежит к области «истинной» религии (независимо от конфессий). Эта проблема касается того, что «существует» (выбор слов в человеческом языке ограничен) вне материального мира, но в тесном контакте с ним («Ибо мир предметов и мир теней / Все же тесно снижены меж собой»). (Юрий Левитанский).

Все религии основаны на вере в существование души. Мировоззрение любого религиозного человека требует абсолютно сознательного убеждения в существовании собственной индивидуальной души. Это убеждение не зависит от религиозного формализма, от набора догм, от системы принятых дополнительных постулатов, то есть от конкретной конфессии. В этом отношении все существующие религии отличаются от науки только тем, что их постулаты логически не связаны с окружающим миром. Во всех других отношениях религия — просто плохая наука, которая не подчиняется правилам, выработанным наукой со времен Бэкона и позволяющим реальной науке использовать постулаты и логику для описания и, часто, предсказания фактов материального мира.

Кроме веры в существование души многие формальные религии верят в ее неуничтожимость, то есть в какую-то форму жизни души после смерти тела. Такая вера вполне естественна. Наличие индивидуального сознания, этой драгоценной «вещи», более важной, чем любой материальный атрибут, делает идею о ее полной потере непереносимой. Этот вопрос не может быть решен ни наукой, ни религией. Для науки вопрос не имеет смысла, так как само существование души не может быть предметом научного исследования. Это знание дано каждой личности непосредственно, оно не может быть ни логически доказано, ни экспериментально наблюдаемо другими личностями. Недавние попытки подхода к этой проблеме (опрос людей, переживших клиническую смерть) ничего не обещают в этом отношении, поскольку, как и любые факты (даже если это действительно факты), допускают несколько неадекватных интерпретаций.

Религия, как и наука, не может ни доказать, ни отвергнуть догму о продолжении жизни души после смерти тела. Ответ сводится поэтому к индивидуальной вере. К сожалению, дать ответ на этот персональный вопрос может только смерть.

Заключительные замечания

Последняя глава была написана много лет назад. Ее публикация через примерно 10 лет в «Науке и жизни» вызвала поток сердитых писем главному редактору от философов и ученых.

Вообще говоря, существуют только три возможных подхода к этой проблеме: *идеалистический монизм*, *материалистический монизм* и *дуализм*. Эти подходы были описаны и анализированы многими авторами. С моей точки зрения, наиболее ясно они сформулированы А.И.Коганом («Perception», 1995, т.24, с.811—826).

Преобладающая точка зрения современного научного сообщества сводится к материалистическому монизму, согласно которому сознание и ум являются только результатом активности мозга. Часто повторяемое изречение «мозг секретрирует

ет мысли, как печень — желчь». Это вопрос веры, любая дискуссия здесь бессмысленна. Коган писал: «Если история науки и человеческих мыслей может нас чему-нибудь научить, то только тому, что любые формулировки, связывающие биологию и психологию, абсолютно недостаточны».

Наиболее широко распространенным вариантом этого подхода в наши дни стал «компьютерный функционализм». Мозг не необходим для феномена сознания, важно лишь иметь достаточно сложную систему с правильно связанными между собой компонентами. Такая система будет иметь такие же мысли, убеждения, желания и свободу воли, как любое живое существо. Опубликовано много книг и статей как в пользу такого подхода, так и против него. Я думаю, что эта проблема имеет только семантический смысл...

Идеалистический монизм не считает сознание атрибутом только одного ума, так как существует лишь Единый Ум, который объясняет. Это было сказано епископом Беркли в 1710 году, и никто из его последователей не смог добавить ничего существенного. Е.Вигнер выразил эту точку зрения несколько иначе: «Имеется два типа реальности: существование моего сознания и реальность существования всего остального, последняя реальность не абсолютна, а только относительна».

Несколько иной подход к этой проблеме представил Эрвин Шредингер в своих лекциях, прочитанных в 1943 году в Тринити-колледже (Дублин) (русский перевод: Шредингер Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика. М.: Атомиздат, 1972). Вот схема его рассуждений.

Мое тело функционирует как механизм и подчиняется всем законам природы. Мой непосредственный опыт, однако, утверждает, что я управляю действиями моего тела и могу предсказать их результат. Единственный возможный вывод из этих двух утверждений может быть следующий: «я», т.е. любое индивидуальное сознание, это нечто, способное управлять движениями атомов в соответствии с законами природы. Любой субъект рассматривает свое сознание, свою душу, как принадлежащую только ему. С другой стороны, почти каждый думает, что имеется столько различных душ, сколько различных тел. Шредингер считает последнее утверждение ошибочным. Он заканчивает свою книгу весьма туманными рассуждениями о едином всеобщем сознании, о всеобщей душе, включающей все индивидуальные души, каждая из которых идентична со всеобщей душой. Поэтому (я не в состоянии понять его логику) существование индивидуальной души и сохраняется после смерти. Взгляды Шредингера являются смесью идеалистического монизма и дуализма, предложенного в начале XVII века Декартом. По Декарту, имеются две взаимодействующие сущности — умственная и физическая. Значительно позже Чарльз Шеррингтон писал (Sherrington Ch.S. Man of his Nature. N.Y., London: Penguin&Pelican Books, 1955): «То, что мы можем состоять из двух фундаментальных элементов, не более невероятно, чем если бы мы состояли из одного».

Время от времени делаются попытки предложить теории (объяснения) сознания в рамках современной или возможной будущей физики. Я думаю, что наиболее интересной и изобретательной в этом отношении является монография известного английского математика и физика Пенроуза (Penrose R. Shadows of the Mind. A Search for the Missing Science of Consciousness. Oxford; N.Y.; Melbourne: University Press, 1994). В этой увлекательной книге автор описывает современное состояние физики и предлагает искать ответы не в компьютерах, а в новых направлениях квантовой механики (нелокальные взаимодействия). Читать эту книгу очень интересно. Я полагаю, однако, что, как и при любом научном подходе, конечная цель этого направления недостижима.

Мои личные ответы на наиболее важные вопросы двух последних глав:

1. Я знаю, что у меня есть свободная воля и душа.
2. Я не знаю принципов взаимодействия между душой и телом и думаю, что их не знает никто и знать никогда не будет.

Зачем нам МОЗГИ?



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

В мозгу у человека $1,4 \cdot 10^{10}$ нейронов. Область, которая хранит зрительную информацию (поле зрительной памяти), составляет около $1/20$ площади всей коры, то есть $7 \cdot 10^8$ нейронов. В среднем на нейрон приходится около 1000 синапсов, контактов с другими нейронами. У синапса может быть два состояния, и при обучении состояние синапса изменяется («Химия и жизнь»,

2001, № 1). Будем считать, что именно в виде состояний синапсов хранится в мозгу информация. Тогда объем зрительной памяти составляет $7 \cdot 10^{11}$ бит, или около 1000 Гбайт. Как мы их используем?

Когда человек начинает работать с компьютером, одно из первых удивлений — большой объем графических файлов. Картинки во весь экран занимают примерно 0,1–1 Мб. Посчитаем,

сколько картинок помещается в мозгу человека. Делим 1000 Гбайт на 0,1–1 Мбайта и получаем от 1 до 10 миллионов картинок. Пусть в городе есть 1000 маршрутов, по которым вы можете пролететь, как крылатая ракета. Пусть на каждом из них по 100 «ориентировочных точек» и ваш мозг помнит три вида из каждой (вид назад вы помните плохо — можете проверить) — это 0,3 миллиона

картинок: от 3% до 30% всего объема зрительной памяти.

Человек хранит не только виды родной природы — всю человеческую культуру (как выразился Ленин, коммунистом можно стать, лишь обогатив свою память знанием всех богатств, выработанных человечеством): чертежи каждой разработанной ракеты и каждую написанную картину, лица любимых и ненавидимых, синие с золотым ободком чашки в мамином буфете, пряжку грозно вздымающегося папиного ремня, царапину на кнопке звонка на «ее» двери и многое другое. Вот, например, 100–1000 часов музыки — а профессионалы помнят никак не меньше — это уже 50–500 Гб.

По мере эволюции от лягушки до современного человека объем мозга рос, то есть количество нейронов увеличивалось. Мозг в первую очередь начал хранить программы действий, потом, когда количество нейронов перевалило за миллиард, нашлось место для «фотоальбома». Рост его объема позволил вести активный образ жизни и осваивать окружающее пространство. Это вызвало расширение опыта, подхлестнуло потребность в новых орудиях труда и навыках. А когда количество нейронов возросло еще втрое, появилось место и для культуры — развивать которую позволили недавно (в масштабе эволюции) созданные орудия труда и новые навыки.

Одно время были модны разглагольствования на тему «голографического» хранения информации в мозгу. Разумеется, все это пустая болтовня и употребление красивых слов; как на самом деле хранится информация, мы не знаем. Но вряд ли мозг сжимает ее менее эффективно, чем компьютерные программы. Мы — оптимисты.

Л.Ашкинази

Разные разности

Выпуск подготовили

О.Баклицкая,
М.Егорова,
А.Ефремкин,
Е.Сутоцкая

Трудно представить себе человека, который наденет одежду из свежесорванной крапивы, однако после обработки из нее получаются прекрасные мягкие волокна. В средневековье из них ткали, а в XVI веке на смену крапиве пришел хлопок, который проще собирать. Во время Первой мировой войны в Германии хлопка не хватало, и текстильщики вспомнили про жгучее растение: из него стали делать мундиры.

Производство хлопка наносит огромный вред окружающей среде. Хлопчатнику требуется много воды, около четверти всех пестицидов, используемых в мире, распыляют над его плантациями, а их остатки загрязняют воздух и водоемы. Кроме того, хлопчатник растет только в теплом климате, и в северные страны его приходится завозить.

Забота об охране окружающей среды заставила искать замену — другие волокнистые растения. Лучшими в экологическом и экономическом отношении оказались конопля, лен и крапива, но только из последней можно делать мягкую ткань, способную стать альтернативой хлопку.

Коммерчески выгодный сорт древней текстильной культуры пытается получить П.Ракенбауэр из Института агробиотехнологии в Австрии. Крапива хорошо переносит засуху, ее не надо обрабатывать пестицидами. Заросли крапивы дают убежище более чем 40 видам насекомых и маленьких птичек. Ее можно выращивать в северных странах, и при этом сократить расходы на транспортировку и предоставить работу местным жителям.

Итальянский дом моды «Согро Нове» уже выпустил коллекцию джинсов, курток, юбок и рубашек из крапивы. Теперь модельеры ищут фермеров, готовых ее выращивать. Похоже, что сорняк превращается в культурное растение («Independent Digital», 2003, 2 октября).

Исследователи из Кембриджа С.Лафлин и Б.Бертон обнаружили, что у самцов мух на сетчатке глаза есть специальные рецепторы, которые помогают им отреагировать на пролетающую самку. С помощью этих клеток самцы замечают мелкие, быстро летящие объекты на расстоянии до 76 сантиметров, что дает им решающее преимущество в преследовании прекрасной половины, поскольку глаза самок настроены на дистанцию не более 36 сантиметров. Такие рецепторы собраны в одном месте, которое ученые назвали пятном любви.

«Когда вы видите, как вокруг лампы снуют и жужжат домашние мухи, преследуя друг друга, можете быть уверены, что самцы в этой погоне выходят победителями», — говорит Лафлин.

Эти рецепторы реагируют на появление именно маленьких объектов, устанавливая их положение с большой точностью. Так же быстро, как и фиксируют, они перестают хранить изображение, когда объект исчезает из вида. Линзы фасеток, частичек сложного глаза насекомого, в пятне любви крупнее, чтобы изображение было четче. Работа рецепторов погони требует значительного расхода энергии, так что лишь пятая часть глаза дает картинку с подобным разрешением.

«Считается, что фоторецепторы — пассивные устройства, измеряющие только уровень освещенности. На самом деле эти приспособления очень умные, — заявляет Лафлин. — Они обладают большей, чем мы предполагали, способностью анализировать изображение». Исследователям удалось даже зарегистрировать электрический сигнал на выходе одной клетки-рецептора, имитируя полет маленького объекта небольшим подвижным лучом света («Nature News Service», 2003, 3 октября).

Каждый из пяти вулканов острова Исабела в Галапагосском архипелаге стал домом для одного вида гигантских черепах. Однако у тех, что обитают на склонах вулкана Алькедо, значительно меньше генетических вариаций, чем у их соседей. Это обнаружили сотрудники Йельского университета в Нью-Хейвене (США). Удивительно, что эта популяция — самая большая на Галапагосских островах, так что в ней, казалось бы, должно быть большее генетическое разнообразие.

Ученые рассчитали, что несколько вариантов гена возникли из одного исходного примерно 88 тысяч лет назад. По мнению Х.Карсона из Гавайского университета в Гонолулу, который занимается изучением воздействия вулкана Килауэа на обитающих там плодовых мушек, это очень необычно и может быть признаком того, что какое-то чрезвычайное событие повлекло за собой большое сокращение популяции.

Таким событием вполне могло быть извержение вулкана Алькедо 100 тысяч лет назад, когда примерно 3,4 квадратных километра вокруг было покрыто горячей пемзой. Пережили катастрофу всего несколько экземпляров. Анализ ДНК современных черепах говорит о том, что черепахи населения Алькедо из 3–5 тысяч особей произошло от одной самки.

Однако вулкан не всегда так катастрофически влияет на жизнь обитающих возле него животных. По большей части он служит им надежной защитой. Алькедо — один из самых высоких вулканов на островах, а потому пираты и китобои меньше истребляли там черепах, чем во многих других местах («Nature News Service», 2003, 3 октября; «Science», 2003, т.302, с.75).



Возможно, в скором времени пластмассовые детали в автомобиле заменят более прочными и не такими вредными для природы. Их будут делать из конопли и других волокнистых растений.

М.Сайн, профессор университета Торонто (Канада), создает биокompозиты из обработанных волокон растений. Например, он описал метод получения прочного и легкого материала из конопли. Ученый полагает, что это вещество можно будет использовать в автомобилях для создания деталей интерьера, в строительстве, производстве спортивного оборудования и, возможно, в медицине.

Стебли конопли нужно обработать химикатами, чтобы растворить «клей», удерживающий волокна вместе, а затем соединить с синтетическими пластиками. Если взять пластмассу, изготовленную из соевых бобов или древесноволокнистой массы, получатся прочные и полностью разлагающиеся биокompозиты. Из них можно прессованием при повышенной температуре формировать различные изделия. В экспериментах ученые работали с коноплей, но для биокompозитов также годятся лен, пшеница, кукуруза и другие растения.

Сайн уверен, что использование «зеленых» материалов поможет снизить промышленные выбросы парниковых газов. К тому же избыточное производство такого материала никоим образом не отразится на окружающей среде («Science Daily News Release», 2003, 1 октября).



Сотрудники университета Калифорнии в Лос-Анджелесе нашли подтверждение тому, что пол эмбриона у млекопитающих определяется задолго до того, как начинают вырабатываться половые гормоны эстроген и тестостерон. Ранее считалось, что сначала запускается производство гормонов, а уже затем избыток тестостерона приводит к рождению самца, а эстрогена — самки.

Э.Вилен и его коллеги изучали, как работают гены в мозгу мышшиных эмбрионов до того, как у них начали развиваться половые органы. К удивлению исследователей, оказалось, что у самок и самцов 54 гена были активны в разной степени, и различия наблюдались раньше, чем появлялись половые гормоны. 18 из этих генов принадлежали сильному полу, 36 — слабому. «Мы не рассчитывали обнаружить генетические различия между полами, — говорит Вилен. — Мужской и женский мозг различаются по многим параметрам, в том числе по анатомическому строению и функциям».

Так, например, оба полушария мозга более симметричны у женщин, что может упростить взаимодействие между ними, а это, в свою очередь, облегчает вербальное общение. «Такое анатомическое различие объясняет, почему женщины порой легче выражают свои чувства, чем мужчины», — продолжает Вилен. Он считает, что полученные данные помогают объяснить, почему мы ощущаем себя мужчинами или женщинами, и подтверждают, что сексуальные предпочтения не всегда результат свободного выбора или следствие каких-то жизненных перипетий — они запрограммированы на генном уровне.

Теперь исследователи планируют определить роль каждого из 54 генов в процессе формирования пола («EurekAlert!», 2003, 21 октября).



Инженеры оценивают движение в газе или жидкости с помощью безразмерного коэффициента, который по имени чешского ученого называется числом Струхала. Оно равно частоте взмахов, умноженной на амплитуду и деленной на скорость перемещения. Для максимальной эффективности число Струхала должно лежать в пределах от 0,2 до 0,4. Это справедливо для всех рыб.

Г.Тейлор, Р.Наддс и А.Томас из Оксфорда решили проверить, укладываются ли в столь узкий диапазон летающие существа. Они проверили сорок два экземпляра — летучих мышей, насекомых и птиц — и выяснили, что число Струхала для них также попадает в эти пределы. По-видимому, параметры движения определяются этим числом и в воздухе, и в воде, считает Томас.

Правило настолько общее, что теперь биологи смогут определить скорость полета вымерших животных, исходя из их анатомии. Скорее всего, оно применимо и для иноземных форм жизни, поэтому, если на других планетах найдут летающие или плавающие живые существа, их динамика тоже будет соответствовать нормальному диапазону числа Струхала.

Теперь военным инженерам будет проще конструировать летающих мини-разведчиков. В армии США используют аппараты размером с небольших птиц, но есть планы создать роботов-шпионов величиной с насекомое. Ученые уже получили финансовую поддержку военных для дальнейших исследований.

Число Струхала должно укладываться в определенный диапазон потому, что во время взмахов крыльями или плавниками в среде возникают турбулентные завихрения. Частота взмахов должна быть такой, чтобы вихри оставались под крылом. Если взмахи будут слишком частыми, с завихрениями придется бороться при движении крыла или плавника вверх, а если слишком медленными — при движении вниз («Nature News Service», 2003, 16 октября).

Появление младенца на свет не всегда проходит гладко — иногда от принимающей стороны требуется приложить силу. Как правильно рассчитать ее? Ведь если переусердствовать, можно причинить малышу травму, а если побояться — новорожденный задохнется. Попытки создать устройство, которое контролировало бы усилие врача, предпринимались не раз. Миниатюрные датчики крепили к перчаткам или кистям рук, но информация на выходе была искажена, поскольку отражала по большей части силу сжатия ладони, а не то, с какой силой доктор тянет младенца.

Сотрудники университета Джона Хопкинса (США) предложили закрепить три электрода на руке — от кисти до локтя, спрятав их под халат и перчатки, — и подсоединить их к небольшой металлической коробочке в кармане халата, в которую вмонтированы устройства, считывающие данные с электродов. Полученная информация по беспроводной связи поступает на приемник, расположенный в другом конце помещения. Приемник соединен с портативным компьютером, который обрабатывает данные и высвечивает результат на экране. Таким образом, врач в любой момент может контролировать свои усилия.

Прибор настраивается под пользователя. Для этого измеряется мускульное усилие, которое прикладывает человек, чтобы сдвинуть с места предмет заданного веса.

По мнению авторов, устройство, помимо родильных домов, можно будет использовать, например, в ортопедической хирургии, где требуется приложить силы, а также для предотвращения спортивных травм (Johns Hopkins University Office of News and Information, 2003, 16 октября).



Дозиметрия без дозиметра

Простая истина — чем шире применение мощной технологии, тем нужнее контроль — слишком часто, к сожалению, остается пустой декларацией. Плохо, если человек получает опасную дозу ионизирующего излучения, да еще не имея при себе дозиметра, и тем не менее такие случаи происходят. Не только в атомной промышленности, но и в повседневной жизни, с непрофессионалами.

Что с этим делать и кто виноват — столь широкая тема не для «Химии и жизни». Врачам, к которым поступают пациенты с признаками лучевого поражения, бывают нужны ответы на конкретные вопросы: какую дозу получил данный человек, как она распределяется по телу — то есть было ли облучение общим или локальным? От этого зависят и прогноз, и стратегия лечения. Ответы ищет ретроспективная дозиметрия — область радиационной физики, которая определяет дозу «от противного»: по тем изменениям, которые ионизирующее излучение производит в живом и неживом веществе.

Восстановление дозы: математика, биология, физика

Для реконструкции доз применяют различные методы: расчетный (доза оценивается по информации об источнике излучения, о характере и продолжительности контакта пострадавшего с ним), активационный (доза определяется по активности радионуклидов, возникающих под действием нейтронов в крови, волосах и материалах предметов, которые были при пострадавшем), биодозиметрические методы анализируют функциональные изменения в органах, тканях и клетках...

Один из наиболее мощных методов — ЭПР-дозиметрия — основан на анализе спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) облученных материалов.

В ГНЦ — Институт биофизики есть лаборатория индивидуальной и аварийной дозиметрии, которая работает в контакте с врачами 6-й клиники Федерального управления медико-биологических и экстремальных проблем при МЗ РФ (ФУМБЭП). Эта клиника обслуживает предприятия Минатома (бывшего Министерства среднего машино-

Гамма-дефектоскопия — проверка прочности сварных швов, например, на трубе, по которой пойдет вода или газ, — дело нужное, особенно в черте города. Рабочие ушли на обед, а дефектоскоп оставили без присмотра. Шли мимо старшеклассники. От нечего делать разломали непонятную ерундовину, причем на землю выпал источник гамма-излучения. Большие парни отправились дальше, а к разломанному прибору подошла маленькая девочка, подобрала красивую блестящую штучку и сунула в сапожок (спасибо, не в кармашек). А через некоторое время попала в больницу с симптомами острого лучевого поражения.

строения). Именно в нее попадают пострадавшие при любой радиационной аварии, а также нарушители правил техники безопасности и жертвы так называемого несанкционированного облучения — случайные люди. (Такие «случайные» пациенты появляются практически ежегодно.) Человек брал в руки источник радиации или клал его в карман — типичные случаи, описанные в истории болезни. Очевидно, что подобное будет происходить до тех пор, пока не оскудеет наша земля разгильдяями и неумными людьми. И значит, без работы специалисты по ретроспективной дозиметрии не останутся еще долго.

Следы невидимых лучей

Известно, что связь атомов, из которых состоят молекулы осуществляется электронами, находящимися на внешних оболочках атомов, — обобществленными электронами. В большинстве стабильных молекул связи образованы парами электронов с противоположно направленными спинами (внутренними магнитными моментами). При этом суммарный электронный спин, а следовательно, и электронный магнитный момент равны нулю. Некоторые атомы и молекулы содержат один или несколько электронов с неспаренными спинами. В этом случае суммарный электронный спин и соответственно электронный магнитный момент отличны от нуля. Неспаренные электроны имеют некоторые стабильные соединения, такие, как NO, O₂, NO₂, а также ионы переходных металлов и их комплексы.

При облучении стабильных молекул ультрафиолетом или при радиационном воздействии могут возникать нестабильные частицы с неспаренными элек-

Дозы излучения, поглощенные тканями человеческого тела, измеряются в греях и радах. Грей (Г) — поглощение энергии в 1 джоуль на 1 кг облученного материала; 1 Г = 100 рад. Кроме того, используются такие единицы, как зиверты (Зв) и бэры: зиверт — это единица поглощенной дозы, умноженная на коэффициент, который учитывает опасность определенного вида излучения для биосистем: 1 Зв = 100 бэр (биологических эквивалентов рентгена).

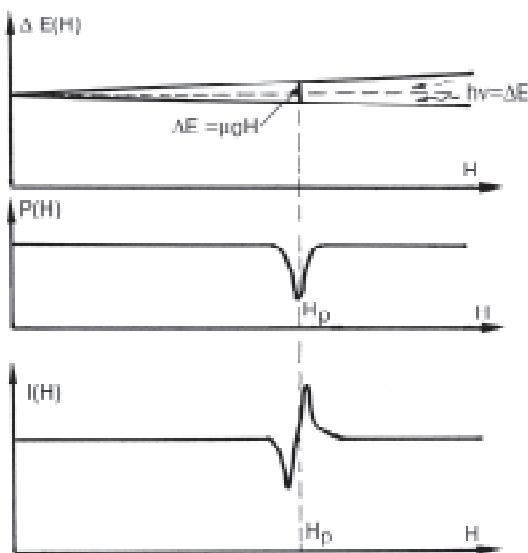
тронами — так называемые свободные радикалы. Понятие нестабильности относительно, и некоторые свободные радикалы существуют довольно долго (до нескольких месяцев) — их принято называть долгоживущими. Суммарный электронный спин свободного радикала, естественно, также отличен от нуля.

Поскольку все вещества, способность к намагничиванию которых определяется взаимодействием магнитных моментов электронов с внешним магнитным полем, называются парамагнетиками, любые образования с неспаренными электронами принято называть парамагнитными центрами.

В отсутствие поля магнитный момент парамагнитного центра ничем себя не проявляет. Когда же молекула оказывается во внешнем магнитном поле, возникает выделенное направление, и, согласно законам квантовой механики, магнитные моменты центров ориентируются либо по направлению поля, либо против него — промежуточные ориентации запрещены. Две возможные ориентации соответствуют возможным энергетическим состояниям (рис. 1).

Если на вещество, содержащее парамагнитные центры, воздействовать сверхвысокочастотным электромагнитным излучением и плавно изменять внешнее магнитное поле, то при напряженности поля, пропорциональной разнице энергий уровней, будет зарегистрировано поглощение мощности излучения. Таким образом, по поглощению мощности можно определять количество спинов — иначе говоря, парамагнитных центров. А следовательно, и породившую их дозу излучения.

Чаще всего специалистам по ретроспективной дозиметрии приходится работать с органикой — одеждой, обувью



1 Сущность метода ЭПР.

Разница энергий в состояниях электрона парамагнитного центра — ΔE зависит от величины магнитного поля так, что $\Delta E = \mu g H$, где H — напряженность внешнего магнитного поля, μ — магнетон Бора, g — множитель Ланде, характеризующий взаимодействие парамагнитного центра с его ближайшим окружением — решеткой (верхний график). Поглощая квант энергии ΔE , парамагнитный центр может переходить из нижнего состояния в верхнее.

Если облучать образец с парамагнитными центрами сверхвысокочастотным ($\nu \approx 10$ ГГц) электромагнитным излучением (СВЧ) и плавно изменять внешнее магнитное поле, контролируя при этом мощность СВЧ, то при напряженности $H_p = h\nu/\mu g$ будет зарегистрировано поглощение мощности (средний график). Площадь под пиком поглощения пропорциональна числу парамагнитных центров.

Это явление и называется электронным парамагнитным резонансом — ЭПР или электронным спиновым резонансом — ЭСР.

Чтобы повысить чувствительность метода, на практике регистрируют не мощность СВЧ, а ее первую производную (нижний график)



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Зубная дозиметрия

Идея о систематическом использовании эмали зубов для определения доз до поры до времени никому не приходила в голову. И неудивительно. Удалять зуб — значит травмировать, а любая, даже мелкая травма для облученного пациента может быть опасной, учитывая ослабленный иммунитет, изменения в системе кроветворения. Но после чернобыльской аварии, когда множество людей были облучены в дозах, не вызывающих острой лучевой болезни, начали пробовать работать с зубами, удаленными по медицинским показаниям. Кроме того, в 6-ю клинику поступили пожарные, работавшие на ЧАЭС. Некоторые из них умерли, и по их зубам в лаборатории индивидуальной и аварийной дозиметрии начали определять дозы. (У пожарных, приехавших по срочному вызову, дозиметров при себе не было.)

Позднее выяснилось, что удалять зуб необязательно. Эмали на опыт надо совсем немного: по стандартной методике, применяемой сегодня, достаточно 50—100 мг, а при наличии более совершенной аппаратуры хватало бы и меньшей навески. (С коренного зуба можно взять в среднем до 1 г эмали.) В последние годы разрабатывается методика скола кусочка эмали с последующим залечиванием зуба. Процедура не слишком приятная, но в данном случае цель оправдывает средства. Дезинфицированную, тщательно очищенную от посторонней органики и дентина эмаль измельчают и затем снимают спектр.

Зубная эмаль оказалась очень удобным материалом. С химической точки зрения она представляет собой гидроксипатит $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ с различного рода примесями — карбоксиапатитом CaCO_3 , хлорапатитом CaCl_2 , фторапатитом CaF_2 . Гидроксипатит эмали имеет кристаллическую структуру. В ней под действием излучения возникают парамагнитные центры, обуславливающие весьма специфическую форму линии в спектре ЭПР.

пациента. В органическом веществе парамагнитные центры представлены в основном свободными радикалами. А они, как хорошо известно, возникают и в отсутствие жесткой радиации — например, под действием солнечного ультрафиолета, и потому присутствуют всегда и везде. Они дают сигнал, который называют нативным, или фоновым. А поскольку природа свободных радикалов различна, то и суммарный сигнал получается широким, размазанным.

Выбирать «самый удобный» материал исследователям не приходится. В момент облучения человек может быть одет во что угодно и иметь при себе что угодно. К тому же, если облучение было локальным, необходимо проверить, в какой части тела доза больше, в какой меньше. Синтетические и натуральные волокна, нейлон, лавсан, шерсть, хлопок, окрашенные различными красителями, добавок загрязненные маслами, жирами либо пылью, про которую, в свою очередь, неизвестно, не «считает» ли она... Именно поэтому специалисты по «классической» спектроскопии не любят заниматься ретроспективной дозиметрией: они привыкли иметь дело с чистыми веществами, структура которых хорошо известна, известен, следовательно, и фоновый сигнал.

В различных материалах одна и та же доза может создать разное количество парамагнитных центров; различаются и сроки их жизни. Последнее немаловажно, ведь образцы зачастую поступают в лабораторию спустя несколько месяцев после облучения.

Не будет большим преувеличением сказать, что исследование образцов одежды каждый раз начинается с нуля.

В далекой стране, связанной с СССР научным партнерством, люди ставили эксперимент. Объект был помещен в камеру, началось облучение, и тут одному из сотрудников подумалось, что объект можно положить и поудачнее. Граждане той страны были не глупее наших — дверь, которая автоматически закрывалась при включении камеры, они чем-то заклинивали, чтобы каждый раз не возиться с открыванием. Забежал человек, переложил образец как хотел... Острое поражение кистей рук.

Как в медицине нет двух одинаковых больных, так нет и двух одинаковых облученных. Конечно, у исследователей есть некоторый опыт, есть набор стандартных характеристик материалов. Но по ним делают только предварительные оценки: на практике каждый кусок ткани обладает неповторимыми свойствами.

Даже в идеальном случае исследование занимает недели две-три, в среднем же — месяц-полтора, а в сложных случаях и того больше. Причина именно в том, что приходится каждый раз оценивать заново время жизни парамагнитных центров. А единственный способ — облучить материал в известной дозе и в течение некоторого времени наблюдать, как спадает сигнал. Проще, если материал поступает быстро, например, через день-два. Тогда и само измерение занимает меньше времени, поскольку сигнал, как правило, больше. (Малый сигнал измеряют долго, накапливают, чтобы отделить от фонового.) А ведь есть еще грязь — образец приходится отстирывать, для чего существуют особые методики, сопряженные со своими сложностями, которые иногда увеличивают время обследования в несколько раз. Как, например, узнать, не гибнут ли при стирке свободные радикалы, и если гибнут, то сколько именно?

Словом, ретроспективная дозиметрия по ткани — это система уравнений со многими неизвестными. Решить ее в принципе можно, но это требует времени, а в радиационной медицине время — жизнь. Естественным было желание поискать более изящный способ.

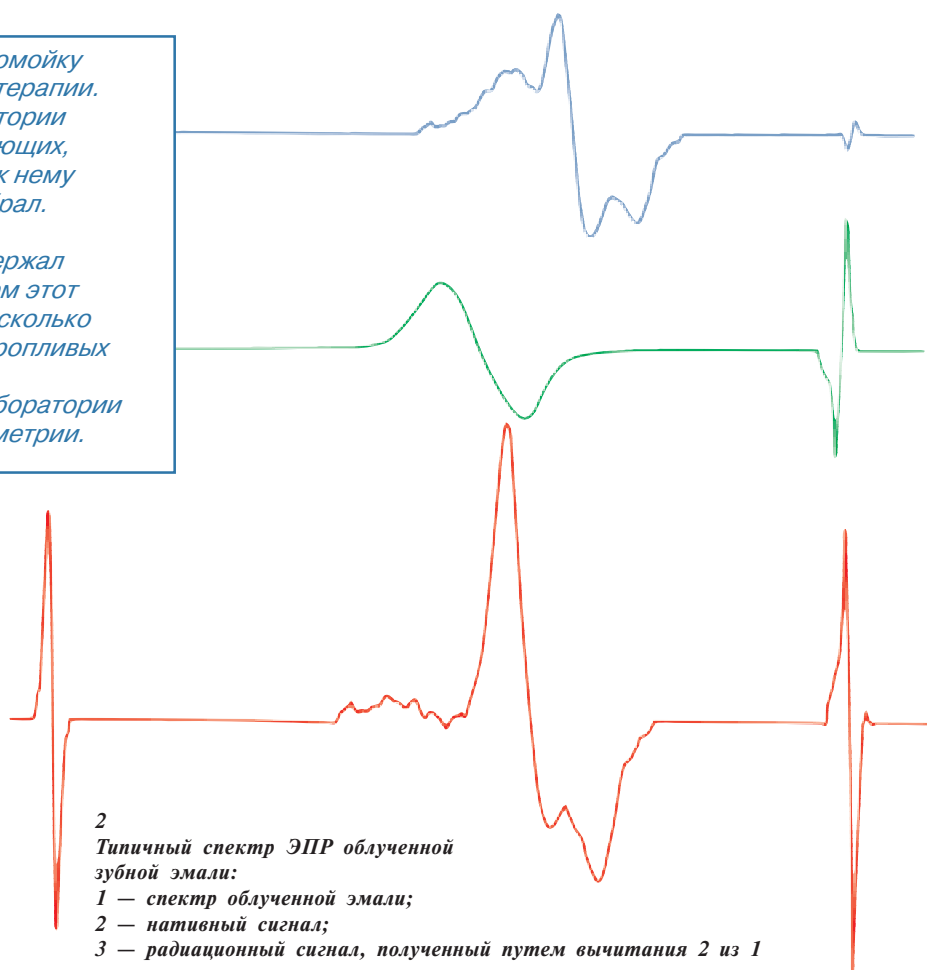
В одной больнице выбросили на помойку прибор, используемый для лучевой терапии. Помойка располагалась на территории больницы. Один из выздоравливающих, гуляя, заметил прибор, долго к нему приглядывался и наконец разобрал. Что надо, унес домой, а источник гамма-излучения подержал в руках и бросил на дорожку. Затем этот предмет подержали в руках еще несколько пациентов, скупавших во время неторопливых больничных прогулок... Все они впоследствии оказались в лаборатории индивидуальной и аварийной дозиметрии.

До сих пор не очень ясно, какова их химическая природа. По этому поводу существует несколько точек зрения. Одна из них: это электроны, образовавшиеся в гидроксиапатите и захваченные в его кристаллической структуре. Другая: в результате облучения группа PO_4^{3-} в решетке заменяется на группу CO_3^{3-} . Есть также мнение, что захваченные в гидроксиапатите электроны образуются не в нем же, а при ионизации органического матрикса эмали.

Для дозиметрии важно то, что благодаря жесткой кристаллической структуре эмали парамагнитные центры в ней живут очень долго, практически бесконечно — вероятно, миллиарды лет. Это значит, что поправку на время можно не делать. Правда, с этим связаны и проблемы: парамагнитные центры в гидроксиапатите возникают и под действием солнечного ультрафиолета. Поэтому для исследования не используют поверхностные слои или же берут эмаль с задней части зуба, а еще лучше — с дальних зубов, начиная с четвертого.

А как же медицинские рентгеновские снимки, не искажают ли они результат? Чтобы учесть этот фактор, необходимо запросить поликлинику о количестве рентгеновских процедур, которым подвергался пациент. Известно, какая доза приходится на каждую процедуру, — кстати, дозы эти невелики и составляют обычно сотые доли рада. По сравнению с теми дозами, о которых, как правило, идет речь в 6-й клинике, это крохи. Так что, даже если не получится сосчитать все посещения рентгеновского кабинета (многие ли горожане помнят, сколько раз делала снимки зубов, в том числе и в частных клиниках?), ошибка не будет очень уж большой.

Как уже упоминалось, работы по восстановлению доз по эмали в лаборатории начались с 1986 года — с аварии на ЧАЭС. Однако сертификат от Госстандарта на право проведения измерений был получен лишь семь лет спустя, в 1994 году. Получить его было непросто по объективным причинам. В требованиях, которые предъявляют при



2
Типичный спектр ЭПР облученной зубной эмали:

1 — спектр облученной эмали;

2 — нативный сигнал;

3 — радиационный сигнал, полученный путем вычитания 2 из 1

аттестации методик измерения, есть понятие о «наборе стандартных образцов». Стандартного же образца зубной эмали не существует.

Тайны индивидуальности

В течение десяти лет каждый человек получает дозу около 1 сантигрея — от естественного радиационного фона. Зубов с нулевой дозой практически не бывает, за исключением молочных зубов у очень маленьких детей. Кроме того, эмаль зуба дает нативный сигнал, обусловленный органическими веществами. Кристаллы гидроксиапатита эмали растут вдоль белковых волокон (в основном это коллаген). К тому же эмаль всегда содержит некоторое количество воды. Белок и вода составляют всего 1–2 массовых процента, но тем не менее обуславливают достаточно заметный сигнал, который может маскировать сигнал от облучения, если тот невелик.

Необходимо было научиться вычитать фоновый сигнал. Его индивидуальные вариации исследовали на зубах детей (эти дети рентгенологическим процедурам заведомо не подвергались). Измеряли характеристики сигнала — амплитуду, ширину, высчитывали среднеквадратичное отклонение (оно оказа-

лось эквивалентно примерно трем радам, или трем сантигреям). Потом получили средний нативный сигнал: сложили сигналы от 200 зубов и разделили на 200 (рис. 2). Естественно, профиль каждого индивидуального сигнала не совсем совпадает со средним, но тем не менее все нативные сигналы имеют общие характерные черты.

Сигнал же от излучения резко отличается по форме (рис. 2). Если вычесть средний нативный сигнал, то радиационный будет хорошо заметен. Здесь нет таких проблем, как с текстилем, где фоновый и радиационный сигналы имеют практически одинаковую форму и лишь слегка отличаются по местоположению. Специфическая форма сигнала — второе, помимо долгой «памяти», удобное свойство зубной эмали.

Особый вопрос — индивидуальные различия чувствительности эмали. Дело в том, что одна и та же доза в образцах, взятых у разных людей, порождает различное число парамагнитных центров. Есть два способа определить дозу по эмали зубов. Один состоит в том, что образцы эмали людей, которые не имели дела с радиацией, облучают в известных дозах и строят кривую — зависимость поглощения излучения от дозы. Этот способ — самый простой и самый дешевый, но он, в сущности, представ-

В больницу попало руководящее лицо с серьезным радиационным поражением некоторых важных органов. Как показало расследование, человек этот крепко обижал своих подчиненных, и те решились на противозаконную акцию: раздобыли источник излучения и засунули в сиденье начальнического кресла. Трагикомизм данного случая в том, что чуть позже с аналогичным диагнозом оказалась в больнице заместитель начальника, который ничего не знал и, как только шеф заболел, сам уселся в его кресло...



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ляет собой измерение «средней температуры по палате». Отклонение от средней чувствительности может достигать 30%. Но и треть — это достаточно много, а бывают и исключения из правила.

Однажды лаборатория представила врачам результат, полученный с использованием «средней» кривой, а врачи выразили недоумение: по их оценкам, доза у пациента должна быть в три-четыре раза больше. Причина ошибки была в том, что чувствительность эмали у данного человека оказалась в четыре раза меньше средней. Явление редкое, исключительное, но пациенту все равно, редкий его случай или нет...

Поэтому был разработан другой способ, который позволяет строить не обобщенную, а индивидуальную кривую зависимости. Для этого определяют радиационный сигнал зуба, затем облучают этот же зуб в известной дозе, измеряют снова и снова облучают — и повторяют эту процедуру, пока не будет получено необходимое число точек. Функция сигнала от дозы имеет вид прямой линии, а точка ее пересечения с осью доз и будет соответствовать той самой дозе, которую получил больной.

Не следует думать, что метод по средней дозе во всех случаях работает хуже. Он бывает полезен, когда нужно определить облучаемость населения района в среднем. Если каждый человек в некоем районе получил небольшую дозу, которая существенно превышает фон и в то же время не вызывает значимых последствий — скажем, не более 20 рад, — в этом случае исследователей интересуют не индивидуальные дозы, а среднее значение.

Немаловажный вопрос, которого мы пока не касались: какие дозы могут определяться этим методом? Верхняя граница, по-видимому, — более десяти грей (это соответствует тяжелой степени лучевой болезни), нижняя — десятки миллигрей, что сравнимо с дозой, которую получает человек в течение жизни за счет естественного фона. Этот фон на различных территориях отличается достаточно сильно: скажем, в средней полосе России он составляет около 14 мкЗв в час, а в индийском штате Керала в 4–5 раз выше, но в любом случае доза весьма мала. Примерно такова же по порядку величин суммарная доза от медицинских процедур и техногенных факторов. В итоге средний человек по-

лучает около 2 мГр в год независимо от того, имеет ли он контакт с источником излучения.

И нативный сигнал эмали, и ее чувствительность к облучению зависят от индивидуальных особенностей химического состава. Эмаль, как уже говорилось, не чистый гидроксиапатит, ее состав определяется и питанием, и физиологическими, и генетическими факторами. Вот только один пример: отношение кальция к фосфору, по исследованиям дантистов, у разных людей может различаться в два раза. Но как именно меняется сигнал с изменением состава, все еще неизвестно. У лаборатории до сих пор не было возможности провести фундаментальные исследования — важнее был практический результат.

Про деньги

Едва ли можно назвать имя «первооткрывателя» метода ретроспективной дозиметрии путем ЭПР-исследования эмали. Тот факт, что под действием излучения возникают парамагнитные центры, известен достаточно давно, практически с момента открытия электронного парамагнитного резонанса. Предположения о том, что зубную эмаль можно использовать в качестве дозиметра, появлялись в американской научной печати еще в начале 70-х. Несколько позже этим вопросом начали заниматься в Японии (подобным методом реконструировали дозы у жертв бомбардировок Хиросимы и Нагасаки спустя несколько десятков лет после трагедии), затем в Канаде. В сущности, не требовалось делать никаких научных открытий, чтобы начать работы по данной теме.

Но одно дело — применять метод ЭПР для исследований, условия которых заданы самими экспериментаторами, например для изучения воздействия радиации на полимеры. И совсем другое — использовать этот же метод для восстановления доз, со всеми трудностями, о которых говорилось выше. Серьезная научная работа состояла в реализации теоретически бесспорных принципов на практике.

Сразу после аварии на ЧАЭС спектроскописты решительно утверждали, что дело это бесперспективное, потому как с грязными материалами ничего достоверного не получится. Но отношение

к практическим задачам переменялось в начале 90-х, когда заговорили о «самокупаемости» науки: исследования, имеющие практическое значение, финансировались хоть как-то, фундаментальные же — вообще никак. Сегодня в России и бывшем СНГ есть несколько сильных групп, занимающихся такого рода задачами: в московском Институте химфизики, в Обнинске, в Екатеринбурге, а также в Украине и Белоруссии.

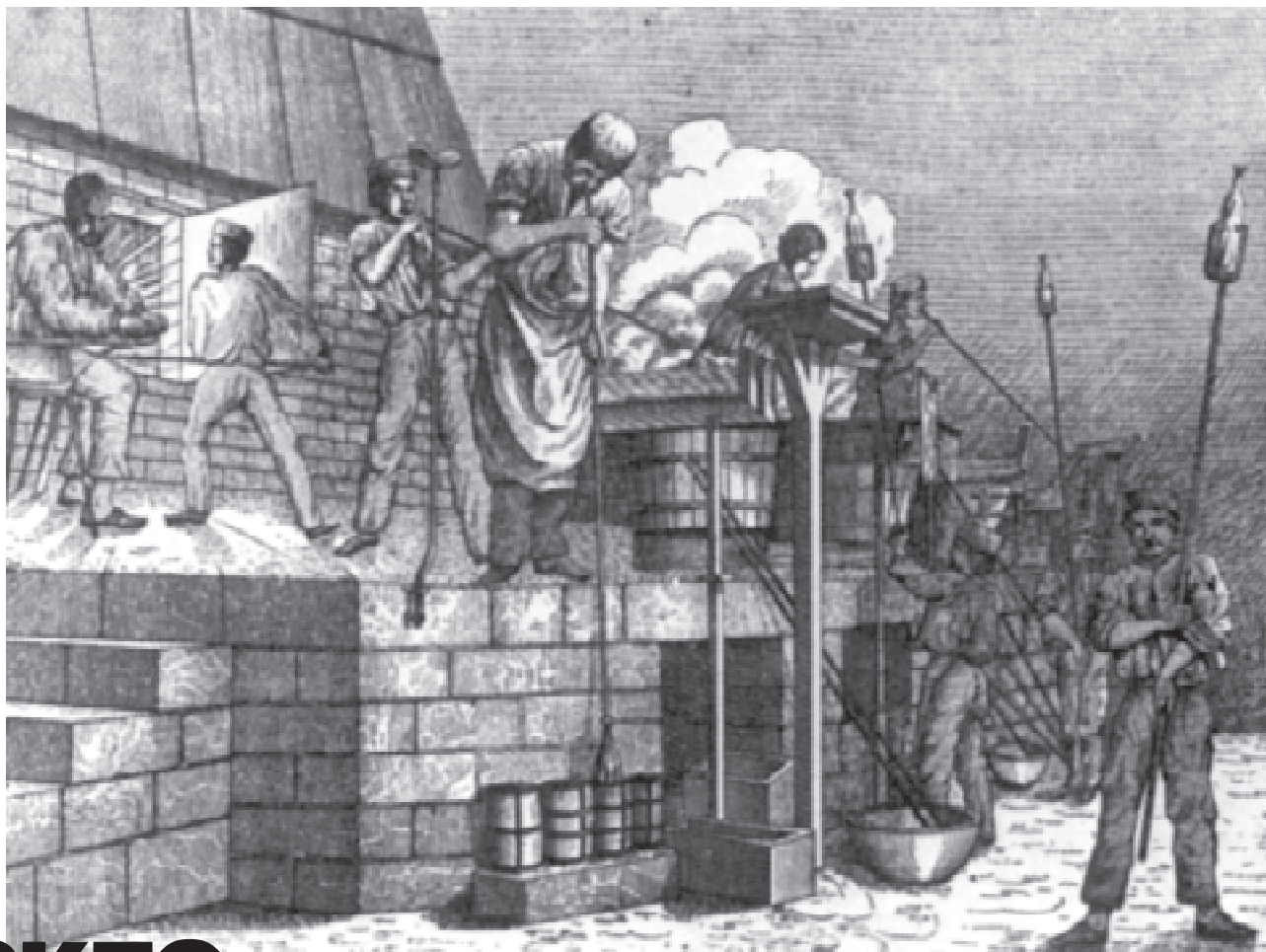
Однако перспективы развития российской ретроспективной дозиметрии, откровенно говоря, не радужные. Несмотря на очевидную нужность направления (ибо нет никаких оснований прогнозировать уменьшение случаев головотряса на территории страны), денег от государства поступает ровно столько, чтобы с трудом выжить. Лаборатория в Институте биофизики сейчас выдает заключение о дозе нескольким десяткам человек в месяц. Увеличить это число не представляется возможным, не говоря о том, чтобы вести фундаментальные исследования — например, изучить подробнее, как и в каких материалах возникает сигнал, какие процессы на молекулярном уровне стоят за этим, выяснить, наконец, в чем конкретные причины индивидуальных вариаций чувствительности эмали...

В 2000 году хорошим подспорьем для лаборатории был целевой грант МНТЦ, выделенный на разработку аварийного индивидуального дозиметра. Деньги отработали: аварийный дозиметр нейтронов, созданный в лаборатории, имеет чувствительность от 0,3 Грея до десятков, а воспринимающим элементом может быть аланин или углевод. Подобные дозиметры используют, в частности, при гамма-терапии онкологических заболеваний, при лабораторном облучении материалов. Аланиновая дозиметрия в мире хорошо развита, это очень интересная тема. Но к предмету данной статьи, увы, не имеющая отношения.

Автор благодарит за предоставленную информацию кандидата физико-математических наук Е.Д. Клещенко (ГНЦ — институт биофизики)



И.А.Леенсон



Стекло не текло?

В «Химии и жизни» было много публикаций, в которых рассказывалось о стекле (последняя — в октябрьском номере за 2002 год). Некоторые из них посвящены следующей проблеме: если стекло — это переохлажденная жидкость, то оно должно медленно течь, особенно под нагрузкой (см., например, 1984, № 2 и 1999, № 2). Этим обычно объясняют деформированность старинных стекол. Так учил своих студентов и Стивен Хокс, сотрудник химического факультета университета штата Орегон. Но недавно он опубликовал статью с лихим названием: «Стекло не течет, не кристаллизуется и не является жидкостью» («Journal of Chemical Education», июль, 2002). Как мистер Хокс пришел к такому выводу?

Прежде всего, специалисты по консервации старинных стекол, в том числе и те, с которыми Хокс общался лично, отрицают сами факты «натекания» старинных стекол на нижнюю раму или его утолщения в нижней части. А один заявил, что, вынимая из переплетов

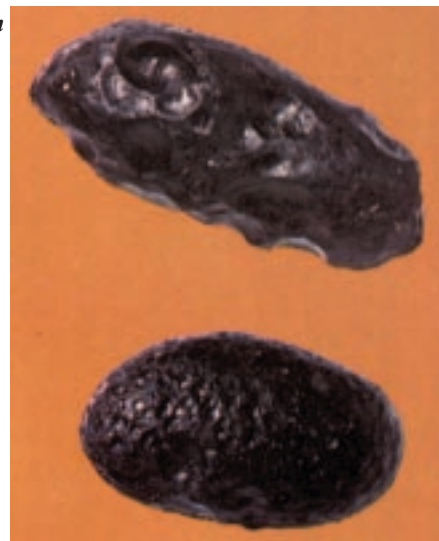
средневековые стекла, он видел сотни кусков, которые были толще в верхней части. Поэтому нельзя считать достоверным и такое объяснение: в старину стекла изготавливали неровными и при установке удобнее было располагать их более толстым концом вниз (это объяснение предлагалось в последней из перечисленных выше статей в «Химии и жизни»). Однако никто не проводил на эту тему статистических исследований.

Существует более убедительный аргумент: если бы оконное стекло обнаруживало признаки течения за несколько столетий, то можно себе пред-



Обсидиан

Тектит

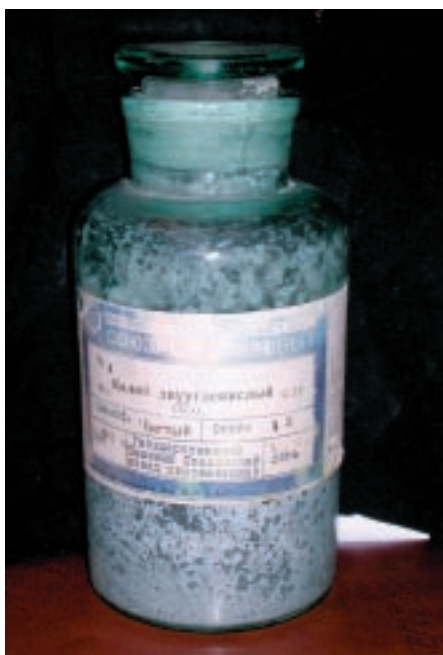


Тектит





ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА



В этой банке когда-то находился гидрокарбонат калия. Изготовлен и расфасован он был в августе 1956 года. И хотя стекло в целом практически нерастворимо, вода частично растворяет его с поверхности, вымывая натрий.

Этот процесс значительно усиливается в присутствии щелочей. Гидрокарбонат калия растворим в воде, и растворы имеют слабую щелочную реакцию. Видимо, в банке были следы воды, а щелочной раствор за несколько десятилетий привел к заметной раскристаллизации стекла. При этом выделение микрочастиц отдельных силикатов сделало стекло непрозрачным и изъеденным в тех местах, где оно соприкасалось с реактивом.



Ситаллы

ставить, что было бы с вулканическим стеклом — обсидианом (фото 1), пролежавшим в земле порой миллионы лет! Оно бы просто протекло через трещины в горных породах, растеклось в плоские лепешки. По составу же (66–77% SiO_2) вулканическое стекло не сильно отличается и от изготовленного в средневековье, и от современного (50–75% SiO_2), поэтому и вязкость их должна быть одного порядка. Астрономы, работающие с телескопами-рефлекторами, возраст которых превышает 100 лет, также не замечали деформации стеклянных зеркал. А малейшее искажение формы зеркала привело бы телескоп в негодность.

Что происходит со стеклом под большой нагрузкой? Такие опыты провели еще в 20-е годы Р.Дж.Рэлей и К.Д.Спенсер, и деформация не наблюдалась. В начале 50-х годов в опытах с очень высоким давлением было показано, что под нагрузкой происходит не вязкое течение стекла, а его неэластичная деформация в результате медленной диффузии ионов натрия. Аналогичные явления наблюдались и в поверхностных слоях быстро охлажденного стекла, которые находятся под сильным механическим на-

пряжением (закаленное стекло). Измерений вязкости стекла при комнатной температуре никто не проводил — это невозможно, а все имеющиеся в литературе значения — результат экстраполяции измерений при высоких температурах, но точность такой экстраполяции невысока.

Когда жидкое стекло охлаждают, оно сначала переходит в пластичное состояние — из такого стекла и формируют изделия стеклодувы. При дальнейшем охлаждении до температуры T_g (она называется температурой стеклования) стекло становится твердым. Поскольку стекло аморфно, полученное значение T_g зависит как от способа его определения, так и от скорости охлаждения. У пластмасс значения T_g могут варьировать от -120°C для полидиметилсилоксана до 400°C для полиимидов. Для неорганических стекол они составляют сотни градусов, достигают даже 1000°C .

У переохлажденных жидкостей физические свойства (объем, теплоемкость, энтропия и другие) являются простой экстраполяцией соответствующих свойств жидкости — но только до тех пор, пока температура не достигнет значения T_g ; в этой точке ука-

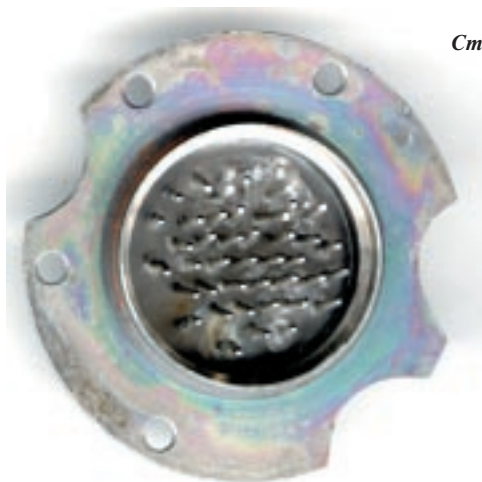
занные свойства меняются резко. Со стеклом этого не происходит, поэтому, пишет Хокс, стекло при комнатной температуре нельзя считать переохлажденной жидкостью. В пользу этого утверждения свидетельствует и такой факт.

Переохлажденная жидкость, температура которой ниже температуры кристаллизации, может, быстрее или медленнее, кристаллизоваться. Хорошо известен опыт по охлаждению горячего насыщенного раствора тиосульфата натрия: если раствор был чистым, он не закристаллизуется, но стоит внести в него затравку — кристаллик тиосульфата, как немедленно вся масса раствора перейдет в кристаллы. Аналогично, хотя и не так просто, можно закристаллизовать глицерин (при температуре ниже $+17,9^\circ\text{C}$).

Может ли что-то подобное случиться со стеклом? Иногда на старых стеклянных изделиях появляются белые непрозрачные пятна, которые считают следствием такого медленно протекающего процесса кристаллизации (расстекловывания). На самом деле это происходит из-за действия на поверхность стекла воды или ее паров (выветривания), а также углекислого газа, в результате чего образуется корочка непрозрачного гидратированного диоксида кремния. То есть с химической точки зрения это примерно такой же процесс, как выделение кремниевой кислоты при пребывании на воздухе силикатного клея.

Наличие паров воды в воздухе может сказаться на стекле и при его резке. Изданная в 1968 году в Нью-Йорке «Энциклопедия работы со стеклом» утверждает, что стекольщик, нанеся на стекло царапину, должен произвести разлом не позднее, чем через две минуты. В противном случае царапина, хотя с виду и не изменится, но «залечится», и трещина уже не пойдет точно по ней. Позднее было показано, что этот эффект связан с гидратацией трещинки в результате конденсации на ней паров воды из воздуха.

При настоящей кристаллизации стекла в его массе (а не только с поверх-



ности) образуются ситаллы; чтобы их получить, надо при варке стекла ввести в него определенные примеси, инициирующие кристаллизацию, а после затвердевания подвергнуть термообработке по специальному режиму. Ситаллы, как и стекла, имеют разный состав. Например, для СВЧ-схем применяются ситаллы СТ32-1 (25% Al_2O_3 , 37% SiO_2 , 17% TiO_2 , 21% MgO) и СТ38-1 (23% Al_2O_3 , 34% SiO_2 , 18% TiO_2 , 9% MgO , 16% — оксиды редкоземельных элементов). Ситаллы менее хрупки, более прочны, имеют низкие диэлектрические потери.

Что касается обычного стекла, то расчеты, проведенные в конце 70-х годов, показали: даже при создании особых условий доля закристаллизованного стекла за 1000 лет не превысит 0,0001%. В реальных же условиях для этого потребуется от 10^6 – 10^{17} лет.

В природе химическое взаимодействие с водой приводит к преобразованию вулканического стекла в горную породу перлит; он представляет собой пронизанный трещинами гидратированный обсидиан. Но известны природные стекла, имеющие внеземное происхождение. Так, образцы лунного стекла испещрены ямками и канавками от ударов микрометеоритов, однако на них нет следов кристаллизации, что неудивительно: на Луне нет паров воды. Другой тип стекла, зеленоватые кусочки, которые обнаруживают в разных местах, называется тектитом. Поскольку находки тектитов не связаны с вулканами, полагают, что они имеют внеземное происхождение. В тектитах, в отличие от обсидианов, тоже не нашли следов микрокристаллов. Это объясняется тем, что в обсидиане присутствует вода, поэтому микрокристаллические области в этом минерале свидетельствуют о начале процесса его перехода в перлит, а не о насто-

ящей кристаллизации стекла. Все эти данные свидетельствуют о том, что старение стекол — результат химических реакций, а не чисто физического процесса кристаллизации.

В книге Г.Смита «Драгоценные камни», изданной в Лондоне в 1972 году (в русском переводе — в 1980-м), говорится, что в стекле, в отличие от кристалла, «нет закономерного расположения атомов... Различие между двумя типами структур можно сравнить с различием между батальоном солдат, выстроженных для парада, и простой толпой людей». Однако современная наука не вполне согласна с такой трактовкой. Последний довод против гипотезы о переохлажденной жидкости, который рассматривает Хокс, — это структура стекла. В стекле имеются состояния с минимумами энтропии, что не соответствует полностью беспорядочному расположению атомов. Под действием нагрева, давления или нагрузки эти состояния могут переходить друг в друга. Самый известный пример такого перехода — отжиг стекла. Если расплавленное стекло быстро охладить, образуется метастабильное состояние, которое при некоторых условиях может привести к взрывному разрушению (см. «Химию и жизнь», 1993, № 10). Чтобы избежать этого, стекло переводят в стабильное состояние, выдерживая его при температуре немного ниже температуры размягчения. Это и есть отжиг.

Говоря о структуре стекла, Хокс цитирует статью специалиста по физике и химии твердого тела К.А.Энджела, опубликованную в 1995 году в журнале «Science». Ее автор пишет, что атомы и ионы в стекле находятся вблизи минимума потенциальной энергии. В противном случае медленное движение к минимуму приводило бы к текучести, чего не наблюдается даже в геологической шкале времен (если только температура стекла не превышает 0,57g). То есть стекла нельзя считать полностью аморфными структурами. Но если стекло не «застывшая жидкость», то что же? Хокс дает такое определение: «Стекло — это

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

жесткое твердое тело, обладающее пониженной степенью молекулярной упорядоченности и соответственно более высокой энтропией, чем кристалл, но более высоким порядком (меньшей энтропией), чем жидкость».

В заключение вернемся к проблеме резки стекла. Стеклодув, отрезая кусок стеклянной трубки или разрезая лист оконного стекла, тут же смачивает царапину: на небольшой трубке — просто слюной, а царапину на листе стекла — приготовленной водой в чашечке. Он использует эффект Ребиндера — ослабление материала при адсорбции на его поверхности жидкостей. Объясняется эффект тем, что жидкость проникает в малейшие дефекты на поверхности и, если твердое тело подвергают механическому напряжению, эти дефекты-трещинки растут вглубь, в них опять проникает жидкость и все заканчивается полным разрушением. На лекциях П.А.Ребиндер показывал такой опыт: он брал довольно толстую цинковую пластинку, которую не мог сломать самый сильный студент. Затем капал на ее поверхность несколько капель ртути, после чего легко ломал ее пополам. Современные наборы для резки стекла имеют не только стеклорезы, но и пипетку для нанесения на поверхность стекла вдоль царапины жидкости вроде керосина, которая хорошо проникнет в трещины.

Почему же адсорбция влаги из воздуха может мешать ломке стекла, как написано в статье Хокса? Вероятно, небольшое количество воды способствует залечиванию царапины, так как ускоряется диффузия ионов в местах наибольшего нарушения поверхности. Но этого количества недостаточно для проявления эффекта Ребиндера.

А на фото — обычное стекло. Но поскольку стекло мы все видели, нужно было сфотографировать какое-то экзотическое применение. Это — стеклянный разъем; такие разъемы вакуумно плотны и применяются для ввода тока в вакуумный объем.



Л.Намер

Около стекла



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Что такое стекло?

Какой первый образ возникает перед нашим мысленным взором, когда мы говорим «стекло»? Кусок чего-то прозрачного. Если школьная программа не вполне выветрилась из нашей головы, то вспомним, что состоит стекло из оксидов кремния, калия, натрия... да, в хрустале еще есть свинец. И еще оно аморфно.

Если попробовать дать более точное определение, то от слова «кусок» придется отказаться сразу. Стекловолокно, стеклянная вата, стеклянные пленки — тоже стекло. И прозрачность — не критерий: бывает матовое стекло, которое пропускает свет, но также и рассеивает его, а бывает и черное стекло — например, вулканическое стекло, обсидиан. Не удастся определить стекло и через его химический состав: в электронной технике применяются стекла, в которых почти нет оксида кремния (стекло С 49-3 из оксидов Zn, В, Pb, V и С 50-2 из оксидов В, Al, Р, Mg). Где стекло становится не-стеклом? Возможно, что дело в непрерывности перехода — кусок может быть любого размера, прозрачность может быть любой, и состав тоже может изменяться плавно.

Но есть один критерий, который имеет дискретный характер: вещество или кристаллическое, или аморфное

(более сложные ситуации редки и лежат вне темы этой статьи). Возможно, именно поэтому аморфность стала главным признаком стекла. Даже аморфные металлы иногда называют металлическими стеклами. Впрочем, стеклом называют и ситаллы, хотя они кристаллические — может быть, потому, что их делают из стекла. В этой статье рассказано о некоторых вещах, лежащих «около стекла», — о ситаллах и о стеклах не на основе оксидов, а также о некоторых применениях тех и других.

Возникновение ситаллов

Иногда аморфное стекло кристаллизуется само по себе. Этот процесс называется расстекловыванием. При этом стекло изменяет свои свойства, в частности становится непрозрачным. Производители изделий из стекла несли потери из-за брака, искали причины явления и методы его устранения. Но можно было подойти иначе — попробовать управлять процессом: что, если удастся изготовить новый материал? Метод управления процессом расстекловывания придумал в 50-х годах директор отделения химических исследований компании «Дау Корнинг» в Нью-Йорке Дональд Стоукей. В 1953 году он опубликовал статью о механизированном производстве новых материалов, а еще через четыре года фирма заявила, что создает ни много ни мало, как новую отрасль по превращению стекла в тонкокристаллическую «стеклокерамику».

Для этого в шихту добавляли вещество, способствующее образованию кристаллов, которые вырастали до нужных размеров при последующей термообработке. (Наверное, половина всей технологии, придуманной человеком, состоит в том, что добавить и как нагреть. Просто, не правда ли?) Новый материал начали выпускать во многих странах, и всюду его называли по-своему — пирокерам, пирокерам, центура, фотокерам, пирокерам, ситалл, квазикерам, шлаковый квазикерам. В СССР эти материалы стали называть ситалл или шлакоситалл.

Технология и свойства ситаллов

Прежде всего — добавки вообще не обязательны. Можно так подобрать режим термообработки, что кристаллизация произойдет и без них (такой режим сначала и нашел первооткрыватель). Но с добавками получается быстрее, а значит, и дешевле (процессы стекловарения и термообработки стекла не дешевы — высокая температура, теплопотери, энергия).

Добавки — чаще всего оксиды и соли некоторых металлов. После кристаллизации получается двухфазный материал (двухфазная и любая керамика), состоящий из кристаллов и аморфных прослоек между ними. В зависимости от технологии доля кристаллической фазы может быть от 30% до 90%. Основные отличия ситалла от стекла — непрозрачность и прочность. Стекло разрушается из-за наличия на поверхности микро-

дефектов, с которых начинает расти трещина. В школе вам говорили, что если окунуть стекло в плавиковую кислоту, стравив микродфекты, то прочность возрастает. К сожалению, нельзя каждый раз окунуть стакан в это вещество перед тем, как уронить его на пол.

Ситалл решает проблему иначе: как и в любой керамике, растущая трещина наталкивается на границу кристалла и останавливается.

В результате ситаллы могут применяться везде, где могло бы применяться стекло, будь оно прочнее (кроме оптических приборов, конечно): как облицовочный материал в строительстве, для посуды (фото на с. 35), как материал для химического оборудования, обтекателей ракет и подложек интегральных схем (фото на с. 35), высоковольтных изоляторов. А «Завод Владимира Ильича» в Москве выпускает электроплиты с верхней сплошной — во всю плиту на четыре «конфорки» — плитой из ситалла (фото слева внизу). Красиво и моется легко.

Технологи погнались за дешевизной — и догнали

Не из всего удастся сделать конфетку, но из отходов доменного производства, шлаков, в СССР удалось сделать ситалл. Технология получения шлакоситаллов была разработана в 60-е годы профессором И.И.Китайгородским. Это технология непрерывного производства черного, белого и окрашенного шлакоси-





ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

талла — варка шлакоситаллового стекла в ванной печи непрерывного действия, формирование ленты и кристаллизация ее в конвейерной печи.

Первые шлакоситаллы в зависимости от состава сырья были серых, коричневых, зеленовато-бурых тонов, их применяли в технике и строительстве — например, в виде листов и плиток для настила полов в химических цехах и других сооружениях. Но для получения декоративных материалов надо было научиться делать шлакоситалл других цветов, и прежде всего — белого, потому что на его основе можно изготовить материал любого цвета. И в 1970 году был налажен выпуск белой разновидности шлакоситаллов. С тех пор панели и плиты из этого материала стали применять и при облицовке фасадов.

Так или иначе, а ситалл непрозрачен, и это принципиальное его свойство: свет рассеивается на границах между кристаллами. Именно поэтому непрозрачен снег, хотя он «сделан» из прозрачного льда. А теперь мы обратимся к обратной ситуации, когда самое важное — именно прозрачность.

Зачем нужен световод

Зачем и почему нужны световоды, нынче знают все. Даже если вы не знаете, что такое «полное внутреннее отражение», и не понимаете, почему свет не ускользает из световода вбок, вы понимаете, что стекло, из которого он сделан, должно быть прозрачным — иначе свет не будет по нему распространяться. Для информационных применений затухание света можно компенсировать его усилением (естественно, с удорожанием линии и возможным ухудшением других параметров), но

в световодах для технологических применений ни о каком усилении речь не идет. Вся мощность, генерируемая лазером, должна быть доставлена в зону сварки.

Из чего делать трубу для света

Чистый кварц (SiO_2), из которого можно изготовить световод, прозрачен в видимой части спектра, но его поглощение становится заметным при длине волны более 1,6 мкм. Для более коротких волн поглощение в чистом кварце мало, однако требуемая чистота кварцевого стекла труднодостижима. Особенно важна чистота по ионам железа, хрома, кобальта, меди и гидроксидов — их концентрация должна быть на уровне 10^{-8} – 10^{-9} . Для применения в качестве материала световода вещество должно не только иметь малое поглощение — важен еще коэффициент преломления и его зависимость от длины волны. Если эта зависимость сильна, то свет разного цвета распространяется в световоде с разной скоростью. Поскольку абсолютно монохроматических источников не существует, импульс при распространении по волноводу будет расплываться — одни его компоненты придут к приемнику позже других, и им могут наступить на пятки быстрые компоненты от следующего импульса.

Кварц имеет свои недостатки, в частности высокую температуру плавления, поэтому его технология сложная и дорогая. Для уменьшения температуры плавления применяют добавки. Изменение состава дает возможность управлять коэффициентом преломления, а для некоторых конструкций оптоволокна показатель преломления внутренних слоев должен отли-

чаться от внешних или даже изменяться определенным образом вдоль радиуса! Придется же такое... Добавление В и F уменьшает коэффициент преломления, Ge, P, Ti, Al, Sb — увеличивает. При этом поглощение не возрастает. Применяют, разумеется, и системы с несколькими добавками. А чтобы вы лучше представили себе, какие проблемы при этом возникают, учтите, что в процессе изготовления происходит диффузия, примеси не сидят на месте, а лезут не в свои слои, вдобавок диффузия одних компонент влияет на другие, и, добавляя что-то, мы сбиваем всю картину.

В видимой области спектра применяют еще световоды из полимеров, со своими достоинствами (дешевизна, гибкость) и недостатками (большие потери, низкая термостойкость). Но, как неоднократно отмечала «Химия и жизнь», в одной статье обо всем рассказать нельзя.

Световоды для невидимого света

Выше было указано, что кварцевые стекла можно применять как материал световодов до длины волны 1,6 мкм. При замене части кремния на Ge, Bi, Ti, Pb, Sb рабочий диапазон удается расширить до примерно 3 мкм. Но аппетиты тех, кто применяет световоды, этим не ограничены. В 1954 году Б.Т. Коломиец и Н.А. Горюнова открыли новый класс полупроводниковых веществ — халькогенидные стеклообразные полупроводники стекла, в состав которых входят халькогены VI группы. Типичные представители — сульфид и селенид мышьяка. Халькогенидные стекла изготавливают на основе Ge, As, S, Se, P и Te. Типичные композиции: GeS, GeSe, AsS, AsSe, GeSP, GeAsSe, GeSeTe, AsSeTe, GeAsSeTe. Эти стекла прозрачны в ИК-диапазоне — от 1 до 18 мкм. Из них могли бы делать себе очки змеи, у которых есть органы инфракрасного видения.

Халькогенидные стекла трудно совмещать со стеклами других типов — у них сильно отличаются температуры плавления и коэффициенты термического расширения.

Поэтому световоды делают или из обычных стекол, или уж целиком из таких. Световоды на основе халькогенидных стекол уже изготовлены, и хотя затухание сигнала в них пока значительно больше, чем в стеклянных, но даже в этом виде они представляют интерес, ибо работают в области волн, куда стеклу и кварцу дорога заказана.

Галогенидные стекла (галиды) имеют в своей основе хлориды и фториды различных металлов. Известны стекла на основе KCl, NaCl, BeF_2 , ZnCl_2 , фторидов циркония, гафния и бария, а также более сложных фторидных композиций. Предполагается, что в дальнем ИК-диапазоне могут быть применены стекла на основе галидов таллия и серебра. Первые составы этого нового семейства стеклообразных материалов открыл в 1974 году М.Пуле во Франции. К настоящему времени в Японии и США изготовлены световоды из фторидных стекол, и, хотя их прозрачность значительно выше прозрачности других инфракрасных материалов, она пока в семь раз хуже, чем у лучших кварцевых волоконных световодов (но в видимой части спектра). Из теории следует, что потери в этих стеклах, как и в кварце, зависят от концентрации примесей (особенно ионов Fe, Cu, Cr, Ni и OH), а это означает, что потери будут уменьшены, как только усовершенствование технологии станет экономически оправданным.

Введение в стекло ионов Nd^{+3} и Er^{+3} дает возможность генерировать лазерное излучение — то есть мы получаем новый класс световодов, так называемые активные световоды, усиливающие излучение. На основе такого световода можно создать лазер, в котором для накачки используется излучение с меньшей длиной волны, которое распространяется по тому же световоду.

А скоро мы увидим, как вместо аортокоронарного шунтирования и балонно-катетерной ангиопластики в кровотоки вводят световод, подводят его к бляшке, жмут на кнопку, кровь деловито ошунтит бляшку и кровотоки очищаются...





Конференция RePlast-2004

Рециклинг (вторичная переработка) полимеров

«Replast-2004. Polymers recycling conference»

На конференции планируется заслушать и обсудить доклады по следующим темам:

- рециклинг полимерных материалов в России сегодня
- новые технологии рециклинга
- использование модифицирующих добавок
- современное оборудование для рециклинга пластмасс
- области применения вторичных полимерных материалов
- опыт отечественных и зарубежных производств
- создание секции рециклинга при Гильдии переработчиков пластмасс

Reports on the following topics are planned to be discussed:

- problems of polymer materials recycling in Russia
- new recycling technologies
- usage of modifying additives in recycling
- modern plastics recycling equipment
- spheres of recycled polymer materials application
- experience of domestic and foreign manufactures
- within the framework of conference is planned the creation of recycling section at «Guild of Plastic Processors».

журнал
Пластикс

Организаторы конференции:
журнал «Пластикс: индустрия переработки пластмасс»
ООО «Мессе Дюссельдорф Москва»

M
Messe
Düsseldorf

Конференция состоится в феврале 2004 года, в Москве в рамках 8-ой международной специализированной выставки «Интерпластика-2004» (организатор ООО «Мессе Дюссельдорф Москва»)

Менеджер конференции: Инна Артёменкова
Тел /факс: (095) 797 90 27, (8462) 66 44 85

e-mail: reklama@plastics.com
www.plastics.com

ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОЦЕССА
КАСТИНГ РАБОЧЕЙ

GEOFORM+

10-15 МАЯ
2004

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

Живая порода

Доктор
географических наук
Д.Я.Фащук



Для многих людей слово «кораллы» ассоциируется с подводными пейзажами, полными красочных экзотических рыбок среди замысловатых известняковых сооружений, а также с изящными украшениями и поделками. Тем не менее биологи называют кораллами большую группу (6000 видов) морских кишечнополостных животных — низкоорганизованных многоклеточных организмов. Они имеют только одну полость — кишечник. Отдельные их особи называются, в зависимости от формы, либо полипом, либо медузой. К классу коралловых полипов относятся девять отрядов очень различных по внешнему виду животных, в том числе отряд актинии (морские анемоны) — шестилучевые кораллы, отряды альционарии и горгонарии — мягкие и роговые восьмилучевые кораллы и другие. Кстати, многочисленные отряды медуз, также относящиеся к типу кишечнополостных, — ближайшие родственники коралловых полипов. Правда, в отличие от последних, ведущих оседлый образ жизни ртом вверх, медузы плавают в толще воды ртом вниз.

лет, который на 88% состоит из кальция (CaCO_3); к нему добавлены органические вещества, карбонаты магния, железа, марганца, стронция, циркония и других элементов. Коралл акори, обитающий в основном вдоль атлантического побережья Африки, — голубой или синий из-за примеси меди. Щупальца кораллов содержат стрекательные клетки — книды, за что тип этих животных называют еще стрекочущими (Spidagria).

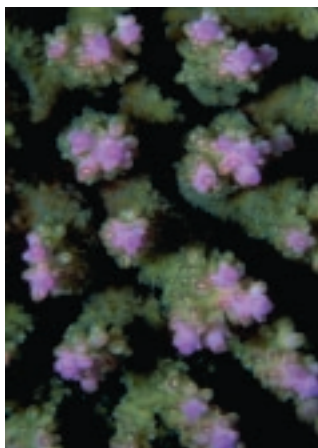
Эта примитивная живая система «рот-живот» может быть мужского или женского пола. Бывают также полипы обоеполые или вообще не имеющие пола. В последнем случае они размножаются бесполом путем (почкованием) и образуют ветвистые колонии со скелетом, напоминающим на срезе ствол дерева с годичными кольцами. Эти сооружения покрыты внешним мягким панцирем — ценосарком, связывающим всех жителей колонии в одну систему. Он состоит из кристалликов арагонита — мельчайших кальцитовых игл (спикул), которые сливаются и цементируются органическим веществом конхиолином.

В зависимости от способа почкования полипов на теле колонии возникают разные узоры. У мозговиков цепочки полипов похожи на извилины коры в мозгу млекопитающих. Так украшена десятая часть всех рифообразующих кораллов. А неприкрепленные грибовидные кораллы, которые встречаются на гальке и песке морского дна, похожи на перевернутый гриб-сыроежку.

Когда коралловые полипы размножаются половым путем, то из оплодотворенного яйца развивается личинка, которая называется планулой (плоской). Несколько дней, а то и пару месяцев после рождения она пассивно перемещается течениями вдоль рифа вместе с прочим зоопланктоном. Развившись, она оседает на дно, прикрепляется к нему и превращается в полип, а затем приходит время выделять карбонатный скелет и почковаться, как это делали родители. Так начинается жизнь новой колонии.

Тысячи видов кораллов обитают не только в тропических, но и в полярных водах Мирового океана, однако рифообразующие мадрепоровые встречаются только в теплых местах. Большинство из них предпочитают воды с температурой 18–30°C и располагаются на мелководье, до 50 м, где хорошая освещенность. Только один вид мадрепорового коралла не боится холодной воды. Это лофохелия, которая образует в Норвежском море заросли на глубине 200 м.

Разделяя Землю на широтные климатические пояса, античный математик, «отец географии» Эратосфен Киренский, выделил на ее поверхности линии Северного тропика Рака (24°07' с. ш.) и



Рифостроители

В минералогии термином «коралл» называют скелеты небольшой (около 550 видов) группы коралловых полипов (фото 1) из самого многочисленного их отряда — мадрепоровых (более 2500 видов). Строение у них незамысловатое: рот с венчиком щупалец и мешок — пищеварительная полость. В процессе обмена веществ вокруг полипа формируется известковый ске-

Фото 1

Мадрепоровый
коралл
Acropora sp.



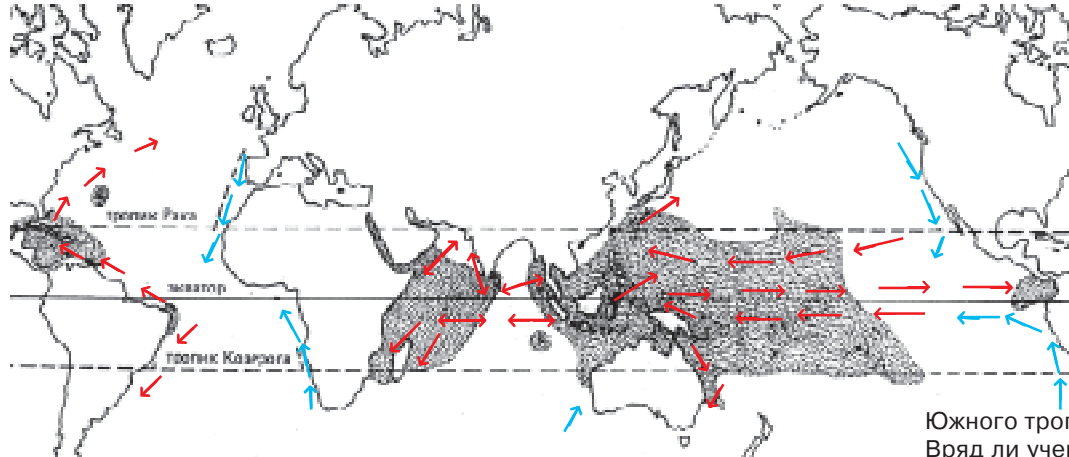


Рис. 1
Распределение коралловых рифов в Мировом океане. Красные стрелки — теплые течения, синие — холодные (Шеннард, 1987)

Южного тропика Козерога (24°07' ю. ш.). Вряд ли ученый догадывался, что лежащий между этими параллелями экваториальный пояс — основная зона распространения коралловых рифов. По оценкам разных авторов, их площадь составляет от 120 до 200 млн. км² — до одной трети площади Мирового океана (рис. 1). При этом живые коралловые рифы занимают до 8 млн. км². На побережье тропической зоны океана, где любой камень на вес золота, коралловый известняк — это главный материал для производства извести, строительства морских и береговых сооружений.

Из рисунка видно, что в этой зоне преобладают теплые океанические течения. Благодаря им же, например, в Карибском море коралловые рифы развиваются у берегов Флориды и Бермудских островов — вне экваториального пояса, но в зоне теплых вод Гольфстрима. В Тихом океане они доходят в Северном полушарии до Японии и Гавайских островов, а в Южном, у берегов Австралии, Большой Барьерный риф выходит за пределы тропиков также благодаря водам теплых течений Минданао, Курисио, и Восточно-Австралийского течения. Кстати, первым его нанес на карту в 1768 году Джеймс Кук.

Зато вдоль западных берегов Африки, Северной и Южной Америки, Австралии, где господствуют холодные течения (Бенгельское, Калифорнийское, Перуанское и Западно-Австралийское), коралловые рифы не развиваются. Нет их и в тропиках в тех местах, где в океан впадают крупные реки, — на северном побережье Индийского океана, в прибрежной зоне Бразилии и Гонконга. Даже Большой Барьерный риф Австралии прерывается в северной части, отступая перед менее солеными водами, идущими из залива Папуа (Новая Гвинея). Кораллы не любят мутной, распресненной воды.

В Атлантическом океане наиболее разнообразны кораллы Карибского моря — 75 видов (рис. 2). К югу, в сторону побережья Бразилии и по мере удаления от берега, их становится меньше. На протяжении 3750 км побережья Южной Америки от острова Тринидад до устья Амазонки из-за распреснения вод нет ни единого коралла.

В Индийском и Тихом океанах кораллы значительно разнообразнее (до 400–500 видов). Здесь риф развивается слабо, если его население включает менее 50

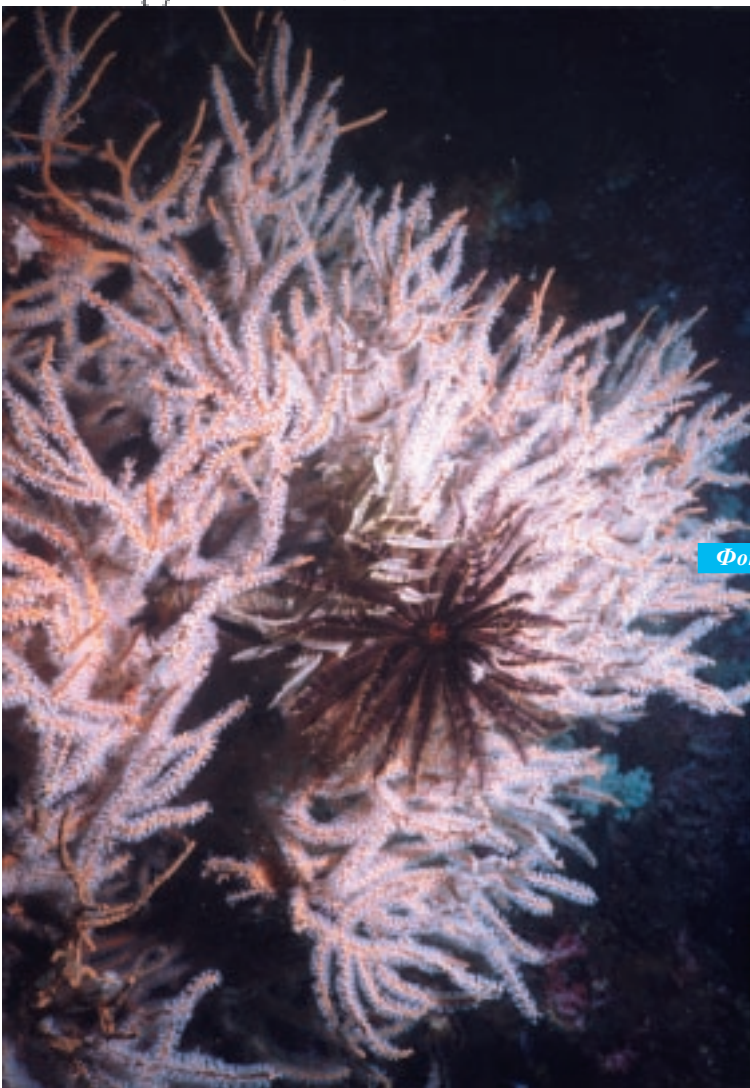
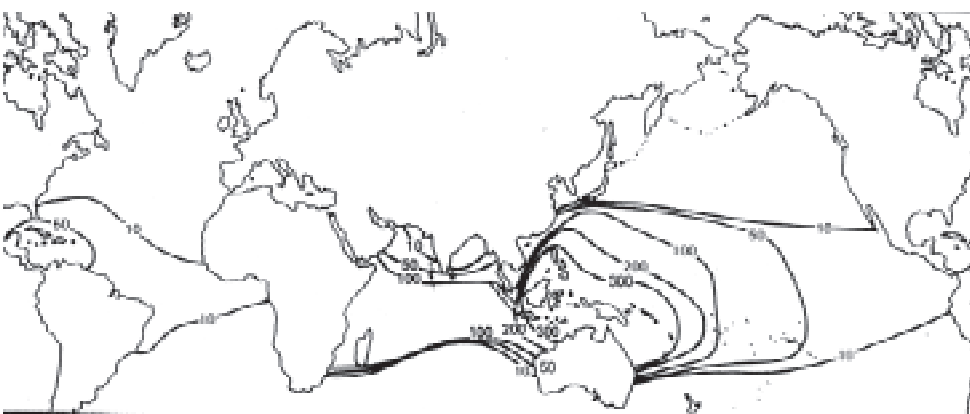


Фото 2

Роговой коралл Gorgonaria с морской лилией

Рис. 2
Распределение количества видов рифообразующих мадрепоровых кораллов (Шеннард, 1987)





Gorgonaria

лей, а на квадратном метре поверхности рифа их сотни миллиардов. Этим же объясняется, почему рифы развиваются только на небольшой глубине — там, куда проникает солнечный свет и где возможен фотосинтез.

Толща воды, как известно, — прекрасный светофильтр. Уже в нескольких метрах от поверхности из солнечного света исчезает красный цвет, чуть глубже пропадают оранжевый и желтый, к 50 метрам остается только синий. В таких условиях крупные разветвленные кораллы сменяются другими видами. Они тоже содержат водоросли, но выглядят по-другому: это хрупкие пластинчатые и листообразные конструкции, так как при низкой освещенности производство известняка замедлено. Волнение обычно не достигает таких глубин, поэтому о крепости скелета местным полипам заботиться не нужно. Глубоководный «трамвайный» коралл, например, представляет собой изящные параллельные гребни и бороздки, похожие на рельсы. Не менее изящны и листики-паутинки пластинчатых кораллов.

видов кораллов. При этом только четыре тамошних вида общие с Атлантикой. Рыбы (2200 видов) и моллюски (5000 видов) здесь тоже более разнообразны, чем в Атлантическом океане (600 и 1200 соответственно).

Кроме способности строить скелет и почковаться, у мадрепоровых кораллов и их родственников есть третий секрет, помогающий им благополучно существовать. Эти удивительные создания живут в симбиозе с одноклеточными жгутиковыми водорослями золотисто-желтого цвета — зооксантеллами (греч. *xanthos* — желтый), обитающими в теле коралла (между клетками).

Итальянец Л.Марсилли в начале XVIII века, обнаружив эту особенность, принял ее за цветение и решил, что эти существа — растения. Чуть позже президент Шведской академии Карл Линней включил их в фантастический отряд каменных растений. Впрочем, вскоре, в 1752 году, французский натуралист, судовой врач В.Пейссоннель обнаружил, что у этих «каменных» есть щупальца, которыми они шевелят. Опасаясь критики авторитетного шведа, он представил свое открытие на заседании Академии анонимно. Судя по всему, в XVIII веке даже светила биологической науки не знали, что еще в античные времена Аристотель, подробно описывая кишечнополостных, первым назвал их стрекающими и утверждал, что в них смешана природа животных и растений.

Масса сожителя внутри полипа равна массе самого хозяина. Полип, по выражению известного английского биолога Чарлза Шеппарда, представляет «поле плененных одноклеточных водорослей». Диаметр их клеток составляет 0,005 мм, а толщина слоя водоросли внутри полипа — всего две клетки. Этого количества достаточно для того, чтобы полип дышал кислородом и был сыт углеводами, выделя-

емыми пленниками при фотосинтезе. Водоросли же, в свою очередь, утилизируют отходы обмена веществ хозяина, например углекислый газ, соединения азота (аммиак, мочевины, аминокислоты) и фосфор. Все это используется для синтеза белка и других веществ. Кроме того, внутри полипа микроскопические растения обеспечены постоянной средой обитания.

Самое интересное и важное в этом симбиозе то, что водоросли заставляют коралл интенсивнее выделять известняк — откладывать скелет. Они поглощают углекислый газ, выделяемый полипом при дыхании, и вследствие этого легко растворимый в воде гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ выпадает в осадок в виде нерастворимого карбоната кальция CaCO_3 (арагонита), составляющего скелет коралла. Днем водоросли ускоряют этот процесс в десять раз. Ночью же, когда фотосинтез не идет, двуокись углерода не отводится и строительство замедляется. Благодаря этому на стволе коралла формируются не только годовые, но и суточные слои нарастания. Они есть уже у ископаемых кораллов девонского периода, и по ним удалось установить, что водоросли сожительства с кораллами на протяжении 400 млн. лет, а год в те далекие времена длился около 400 суток. Это согласуется с данными астрономов.

На каждый квадратный сантиметр колонии кораллов приходится в среднем полтора миллиона клеток водорос-

Фрукты из каменных садов

Кроме рифостроителей, в Мировом океане обитает около 1200 видов животных, которые относятся к отряду роговых кораллов, или горгонарий (фото 2–4). Они также в большинстве своем любят теплые воды, хотя встречаются в морях Арктики (5 видов) и Антарктики (до 30 видов). Около 70% видов горгонарий обитают на мелководье и только 16% (11 видов) — на глубинах более 1000 м. Колонии этих организмов напоминают заросли разноцветных каменных садов с высотой дерева 20–40 см и толщиной веточек у основания 4–6 см. Из-за дефицита известняка содержание конхиолина в их скелете повышено, что придает ему крепость, а примеси в составе арагонита обеспечивают богатую гамму цветов: желтого, оранжевого, красного, коричневого, фиолетового.

Тем не менее около 16 видов кораллов горгонарий (род *Corallium*), обитающих на глубинах 30–500 м, по каким-то причинам строят скелет вообще без органического вещества — из плотно спаянных известняковых спи-





Фото 4

Gorgonaria



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

ных видов таких организмов только десять формируют каменные «деревья». Они могут достигать высоты трех метров при толщине ствола до 25 см. Обитают черные кораллы в Атлантике (вид *Antipathes*), Красном, Восточно-Китайском, Южно-Китайском морях и Индийском океане.

Заканчивая рассказ о живой породе, нельзя не вспомнить о том, что не меньшую ценность и интерес для человека представляют и ископаемые кораллы — декоративные мраморовидные известняки. Вряд ли кто из москвичей знает, что живописные, с включениями морских животных и водорослей, розовато-коричневые мраморные панели на станциях метрополитена «Комсомольская» радиальная и «Красносельская» — части кораллового рифа древнего моря. Они изготовлены из крымского мрамора, добываемого из более чем 30 месторождений.

Как они образовались? При впадении реки в море часть растворенной в ее водах извести выпадает в осадок и смешивается с илом, а другая часть используется морскими растениями и животными. За миллионы лет в прибрежной зоне моря формируются огромные залежи углекислого кальция в виде отмерших раковин и кораллов. В ходе горообразования под воздействием тектонических процессов в Крыму эти богатства, сильно помятые, перекочевали на сушу, образовав живописные горные вершины. При этом под огромным давлением известь может превратиться в кристаллические зерна кальцита и доломита. При полной перекристаллизации получается чистый мрамор, а при частичной — мраморный известняк.

Именно из таких пород состоят склоны Байдарской долины, нижнее плато Чатыр-Дага (месторождение села Мраморное), массивы Долгоруковской яйлы, гора Агармыш (Старый Крым) и возвышенности вокруг бухты Балаклава. Все они в древнем юрском море (190–195 млн. лет назад) были коралловыми рифами.

Из книги Д. Я. Фащука «Мировой океан: прибрежная зона, внутренние моря, человек»

Фотографии под номерами
М. Переладова



кул. К этому роду, в частности, принадлежит красный, или благородный, коралл (*Corallum rubrum*). Ценность его веточек определяется интенсивностью красного цвета, который благодаря различной концентрации окиси железа насчитывает до 350 оттенков. Наиболее редкий и дорогой, как ни странно, — красный коралл белого цвета, представляющий колонию разнополюх («кормящих») полипов. Они, в отличие от других своих сородичей, вырабатывают половые клетки. Но среди ювелиров больше всего ценится благородный коралл красного колера. Самые дорогостоящие его оттенки: кремовый, светло-розовый — «цвет кожи ангела», темно-розовый и темно-красный (цвет сырой говядины).

Древнейшие изделия из кораллов (бусы) найдены в пещере Вильдшейер (Германия) и датируются палеолитом, древним каменным веком. Более поздние украшения из кораллов обнаружены в неолитических (около 8 тыс. лет до н. э.) культурах Европы (например, в Швейцарии). В Египте они появились в период Древнего царства (IV–III тысячелетие до н. э.). Знали коралл и в Шумерском царстве (III тыс. лет до н. э.), в Древней Греции его считали символом счастья и бессмертия, а в Римской империи коралловая промышленность была так высоко развита, что ее продукцию с успехом экспортировали на Восток.

Во многих странах мира с давних пор изделия из красного коралла отделывали золотом, а в Древней Руси из этого камня вытачивали шарики — «корольки» — и украшали ими верхнюю одежду. На шубе Бориса Годунова, например, был нашит тридцать один такой королек. Города Неаполь, Генуя, Ливорно, Марсель и сегодня считаются центрами изготовления дорогих поделок из благородного средиземноморского красного коралла. Особым

спросом в Европе пользуются кресты и распятия, вырезанные из красного коралла редкого белого цвета.

Скопления благородного коралла сосредоточены у средиземноморского побережья Алжира, Туниса, Италии и Франции на глубине 80–110 м, у берегов Канарских островов в Атлантическом океане. Встречаются они и у западного побережья Японии, а также вдоль Малайского архипелага тропической части Тихого океана. Здесь коралловые «деревья» добывают специальными волокушами с глубин 50–200 м.

Несмотря на то что около половины всех существующих в мире видов кораллов «сожительствоют» с водорослями, вторая их половина растительных спутников жизни не имеет. Возможно, поэтому они сравнительно благополучно обитают на больших глубинах (до 200 м и более) в холодной воде. Здесь полипы вынуждены добывать себе пищу своим трудом — ловить зоопланктон с помощью щупалец или подъедать, что упало сверху — трупы мелких организмов. Хорошей жизнью такое существование, конечно, не назовешь, поэтому строительством рифов глубоководные кораллы не занимаются. Но нет худа без добра! Зато эти виды распространены во всем Мировом океане — на подводных горных цепях, в глубоководных районах, а также в полярных широтах.

Кроме того, некоторые из них, лишившись без водорослей возможности интенсивно производить кальцит, стали строить свои скелеты из чистого рогового органического вещества. Такие кораллы гибкие, хорошо поддаются обработке. Результат их жизнедеятельности — драгоценные черные кораллы акабар (от названия залива Акаба в Красном море). Их скелеты сложены не из арагонита, а из знакомого уже нам черного или темно-коричневого конхиолина. Из 50 извест-

Откуда твое имя?

Статья четвертая, начало — в № 5, 10, 11

Алхимические элементы

Считается, что в XIII–XVII веках алхимики открыли пять новых элементов (правда, их элементарность доказана была значительно позднее). Речь идет о фосфоре, мышьяке, сурьме, висмуте и цинке. Удивительное совпадение — четыре из пяти элементов находятся в одной группе. Если же учесть, что открытие цинка было, по сути, переоткрытием (металлический цинк выплавляли еще в Древней Индии и в Риме), то получается, что алхимики открывали исключительно элементы пятой группы.

Цинк

Название металла ввел в русский язык М.В.Ломоносов — от немецкого Zink. Вероятно, оно происходит от древнегерманского tinka — белый; действительно, самый распространенный препарат цинка — оксид ZnO («философская шерсть» алхимиков) имеет белый цвет.

Фосфор

Когда в 1669 году гамбургский алхимик Хеннинг Бранд открыл белую модификацию фосфора, он был поражен его свечением в темноте (на самом деле светится не фосфор, а его пары при их окислении кислородом воздуха). Новое вещество получило название, которое в переводе с греческого означает «несущий свет». Так что «светофор» — лингвистически то же самое, что и «Люцифер». Кстати, греки называли Фосфоросом утреннюю Венеру, которая предвещала восход солнца.

Мышьяк

Русское название, наиболее вероятно, связано с ядом, которым травили

И.А.Леенсон

ШКОЛЬНЫЙ



мышей; помимо прочего, по цвету серый мышьяк напоминает мышь. Латинское arsenicum восходит к греческому «арсеникос» — мужской, вероятно, по сильному действию соединений этого элемента. А для чего их использовали, благодаря художественной литературе знают все.

Сурьма

В химии у этого элемента три названия. Русское слово «сурьма» происходит от турецкого «сюрме» — натирание или чернение бровей: в древности краской для этого служил тонко размолотый черный сульфид сурьмы Sb_2S_3 («Ты постом говей, не сурьми бровей». — М.Цветаева). Латинское название элемента (stibium) происходит от греческого «стиби» — косметического средства для подведения глаз и лечения глазных болезней. Соли сурьмяной кислоты называют антимонитами; название, воз-

можно, связано с греческим «антемон» — цветок: ростки игольчатых кристаллов сурьмяного блеска Sb_2S_3 похожи на цветы.

Висмут

Вероятно, это искаженное немецкое «weisse Masse» — белая масса: с древности были известны белые с красноватым оттенком самородки висмута. Кстати, в западноевропейских языках (кроме немецкого) название элемента начинается на «б» (bismuth). Замена латинского «b» русским «в» — распространенное явление: Abel — Авель, Basil — Василий, basilisk — василиск, Barbara — Варвара, barbarism — варварство, Benjamin — Вениамин, Bartholomew — Варфоломей, Babylon — Вавилон, Byzantium — Византия, Lebanon — Ливан, Libya — Ливия, Baal — Ваал, alphabet — алфавит... Возможно, переводчики полагали, что греческая «бета» — это русская «в».

Элементы, названные по их свойствам или свойствам их соединений

Фтор

В течение длительного времени были известны только производные этого элемента, в том числе исключительно едкая фтороводородная (плавиковая) кислота, растворяющая даже стекло и оставляющая на коже очень тяжелые труднозаживающие ожоги. Природу этой кислоты установил в 1810 году французский физик и химик А.М.Ампер; он и предложил для соответствующего элемента (который был выделен намного позднее, в 1886 году) название: от греч. «фторос» — разрушение, гибель.

Хлор

По-гречески «хлорос» — желто-зеленый. Именно такой цвет имеет этот газ. Этот же корень — в слове «хлорофилл» (от греч. «хлорос» и «филлон» — лист).

Бром

По-гречески «бромос» — зловонный. Удушающий запах брома похож на запах хлора.

Осмий

По-гречески «осме» — запах. Хотя сам металл не пахнет, довольно противным запахом, похожим на запах хлора и чеснока, обладает весьма летучий тетраоксид осмия OsO_4 .

Иод

По-гречески «иодес» — фиолетовый. Такой цвет имеют пары этого элемента, а также его растворы в несольватизирующих растворителях (алканы, четыреххлористый углерод и др.).

Хром

По-гречески «хрома» — окраска, цвет. Многие соединения хрома ярко окрашены: оксиды — в зеленый, черный и красный цвета, гидратированные соли Cr(III) — в зеленый и фиолетовый, а хроматы и дихроматы — в желтый и оранжевый.

Иридий

Элемент назван, по сути, так же, как и хром; по-гречески «ирис» («ирис-дос») — радуга, Ирида — богиня радуги, вестница богов. Действительно, кристаллический $IrCl$ — медно-красный, $IrCl_2$ — темно-зеленый, $IrCl_3$ —

оливково-зеленый, $IrCl_4$ — коричневый, IrF_6 — желтый, IrS , Ir_2O_3 и $IrBr_4$ — синие, IrO_2 — черный. Того же происхождения и слова «иризация» — радужная окраска поверхности некоторых минералов, краев облаков, а также «ирис» (растение), «ирисовая диафрагма» и даже «ирит» — воспаление радужной оболочки глаза.

Родий

Элемент был открыт в 1803 году английским химиком У.Г.Волластоном. Он растворил самородную южноамериканскую платину в царской водке; после нейтрализации избытка кислоты едким натром и отделения платины и палладия у него остался розово-красный раствор, гексахлоридата натрия Na_3RhCl_6 , из которого и был выделен новый металл. Его название произведено от греческих слов «родон» — роза и «родеос» — розово-красный.

Празеодим и неодим

В 1841 году К.Мосандер разделил «лантановую землю» на две новые «земли» (то есть оксиды). Одна из них представляла собой оксид лантана, другая была очень на нее похожа и получила название «дидимия» — от греч. «дидимос» — близнец. В 1882 году К.Ауэр фон Вельсбах сумел разделить на компоненты и дидимию. Оказалось, что это смесь оксидов двух новых элементов. Один из них давал соли зеленого цвета, и этот элемент Ауэр назвал празеодимом, то есть «зеленым близнецом» (от греч. «празидос» — светло-зеленый). Второй элемент давал соли розово-красного цвета, его называли неодимом, то есть «новым близнецом».

Таллий

Английский физик и химик Уильям Крукс, специалист в области спектрального анализа, изучая отходы сернокислотного производства, записал 7 марта 1861 года в лабораторном журнале: «Зеленая линия в спектре, даваемая некоторыми порциями селеновых остатков, не обусловлена ни серой, селеном, теллуром; ни кальцием, барием, стронцием; ни калием, натрием, литием». Действительно, это была линия нового элемента, название которого произведено от греческого *thallos* — зеленая ветвь. К выбору названия Крукс подошел романтично: «Я выбрал это название, ибо зеленая линия соответствует спектру и перекликается со специфической яркостью свежего цвета растений в настоящее время».



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Индий

В 1863 году в немецком «Журнале практической химии» появилось сообщение директора Металлургической лаборатории Фрейбергской горной академии Ф.Райха и его ассистента Т.Рихтера об открытии нового металла. Анализируя местные полиметаллические руды в поисках недавно открытого таллия, авторы «заметили неизвестную до сих пор индигово-синюю линию». И далее они пишут: «Мы получили в спектроскопе столь яркую, резкую и устойчивую синюю линию, что без колебаний пришли к выводу о существовании неизвестного металла, который мы предлагаем назвать индием». Концентраты солей нового элемента обнаруживались даже без спектроскопа — по интенсивному синему окрашиванию пламени горелки. Этот цвет был очень похож на цвет красителя индиго, отсюда — название элемента.

Рубидий и цезий

Это первые химические элементы, открытые в начале 60-х годов XVIII века Г.Кирхгофом и Р.Бунзеном с помощью разработанного ими метода — спектрального анализа. Цезий назван по ярко-голубой линии в спектре (лат. *caesius* — голубой), рубидий — по линиям в красной части спектра (лат. *rubidus* — красный). Для получения нескольких граммов солей новых щелочных металлов исследователи переработали 44 тонны минеральной воды из Дюркхейма и свыше 180 кг минерала лепидолита — алюмосиликата состава $K(Li,Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(F,OH)_2$, в котором в виде примесей присутствуют оксиды рубидия и цезия.

Водород и кислород

Эти названия — дословный перевод на русский с латыни (*hydrogenium*, *oxygenium*). Их придумал А.Л.Лавуазье, который ошибочно полагал, что кислород «рождает» все кислоты. Логичнее было бы поступить наобо-



рот: назвать кислород водородом (этот элемент тоже «рождает» воду), а водород — кислородом, так как он входит в состав всех кислот.

Азот

Французское название элемента (azote) также предложил Лавуазье — от греческой отрицательной приставки «а» и слова «зоэ» — жизнь (тот же корень в слове «зоология» и его производных — зоопарк, зоогеография, зооморфизм, зоопланктон, зоотехник и т. д.). Название не вполне удачное: азот, хотя и не пригоден для дыхания, для жизни совершенно необходим, поскольку входит в состав любого белка, любой нуклеиновой кислоты. Того же происхождения и немецкое название Stickstoff — удушливое вещество. Корень «азо» присутствует в интернациональных названиях «азид», «азосоединение», «азин» и других. А вот латинское nitrogenium и английское nitrogen происходят от древнееврейского «нетер» (греч. «нитрон», лат. nitrum); так в древности называли природную щелочь — соду, а позднее — селитру.

Радий и радон

Названия, общие для всех языков, происходят от латинских слов radius — луч и radiare — испускать лучи. Так супруги Кюри, открывшие радий, обозначили его способность излучать невидимые частицы. Того же происхождения слова «радио», «радиация» и их бесчисленные производные (в словарях можно найти более сотни таких слов, начиная от устаревшей радиолы и кончая современной радиоэкологией). При распаде радия выделяется радиоактивный газ, который называли эманацией радия (от лат. emanatio — истечение), а затем радо-

ном — по аналогии с названиями ряда других благородных газов (а может быть, просто по начальным и конечным буквам предложенного Э. Резерфордом английского названия radium emanation).

Актиний и протактиний

Название этим радиоактивным элементам дано по аналогии с радием: по-гречески «актис» — излучение, свет. Хотя протактиний был открыт в 1917 году, то есть на 18 лет позже актиния, в так называемом естественном радиоактивном ряду актиния (который начинается с урана-235) протактиний стоит раньше; отсюда и его название: от греческого «протос» — первый, исходный, начальный.

Астат

Этот элемент был получен в 1940 году искусственно — облучением на циклотроне висмута альфа-частицами. Но лишь через семь лет авторы открытия — американские физики Д. Корсон, К. Макензи и Э. Сегре дали этому элементу название, произведенное от греческого слова «астатос» — неустойчивый, шаткий (того же корня слово «статика» и множество его производных). Самый долгоживущий изотоп элемента имеет период полураспада 7,2 часа — тогда казалось, что это очень мало.

Аргон

Благородный газ, выделенный в 1894 году из воздуха английскими учеными Дж. У. Рэлеем и У. Рамзаем, не вступал в реакции ни с одним веществом, за что и получил свое название — от греческой отрицательной приставки «а» и слова «эргон» — дело, деятельность. От этого корня — и внесистемная единица энергии эрг, и слова «энергия», «энергичный» и т. п. Название «аргон» предложил химик Мазан, председательствовавший на собрании Британской ассоциации в Оксфорде, где Рэлей и Рамзай выступили с сообщением об открытии нового газа. В 1904 году химик Рамзай за открытие в атмосфере аргона и других благородных газов получил Нобелевскую премию по химии, а физик Джон Уильям Стретт (лорд Рэлей) в том же году и, по сути, за то же открытие получил Нобелевскую премию по физике. Вероятно, это единственный случай такого рода. Пока аргон подтверждает свое название — не получено ни одного его стабильного соединения, если не считать соединения включения с фенолом, гидрохиноном, ацетоном.

Платина

Когда испанцы в Америке в середине XVI века познакомились с новым для себя металлом, весьма похожим на серебро (по-испански plata), они дали ему несколько пренебрежительное название platina, буквально «маленькое серебро», «серебришко». Объясняется это тугоплавкостью платины (около 1770°C), которая не поддавалась переплавке.

Молибден

По-гречески «молибдос» — свинец, отсюда латинское molibdaena — так в средние века называли и свинцовый блеск PbS, и более редкий молибденовый блеск (MoS₂), и другие похожие минералы, оставлявшие черный след на бумаге, в том числе графит и сам свинец (недаром по-немецки карандаш — Bleistift, то есть свинцовый стержень). В конце XVIII века из молибденового блеска (молибденита) выделили новый металл; по предложению Й. Я. Берцелиуса его назвали молибденом.

Вольфрам

Минерал с таким названием издавна был известен в Германии. Это смешанный вольфрамат железа-марганца xFeWO₄·yMnWO₄. Из-за тяжести его часто принимали за оловянную руду, из которой, однако, никакие металлы не выплавлялись. Подозрительное отношение горняков к этой еще одной «дьявольской» руде (вспомним о никеле и кобальте) отразилось и на ее названии: Wolf по-немецки — волк. А что такое «рам»? Есть такая версия: в древнегерманском Ramm — баран; получается, что нечистая сила «пожирает» металл, как волк барана. Но можно предположить и другое: в южнонемецком, швейцарском и австрийском диалектах немецкого языка и сейчас есть глагол rahn (читается «рам»), который означает «снимать сливки», «брать себе лучшую часть». Тогда вместо «волки — овцы» получается другая версия: «волк» забирает себе лучшую часть и горнякам ничего не остается. Слово «вольфрам» есть в немецком и русском языках, тогда как в английском и французском от него остался только знак W в формулах да название минерала вольфрамита; в остальных случаях — только «тунгстен». Так когда-то Берцелиус назвал тяжелый минерал, из которого К. В. Шееле в 1781 году выделил оксид вольфрама. По-шведски tung sten — тяжелый камень, отсюда и название металла. Кстати, потом этот минерал (CaWO₄) в честь ученого назвали шеелитом.

Элементы, названия которых связаны со способом их открытия

Когда в 1817 году ученик Берцелиуса шведский химик И.А.Арфведсон обнаружил в одном из минералов новую «огнепостоянную щелочь до сих пор неизвестной природы», его учитель предложил назвать ее «литием» — от греческого «литос» — камень, так как эта щелочь, в отличие от уже известных натриевой и калиевой, впервые была обнаружена в «царстве» камней. За элементом же закрепилось название «литий». Этот же греческий корень — в словах «литосфера», «литография» (оттиск с каменной формы) и других.

Натрий

В XVIII веке название «натрон» (см. «Азот») закрепилось за «минеральной щелочью» — едким натром. Сейчас в химии «натронная известь» — смесь гидроксидов натрия и кальция. Так что натрий и азот — два совершенно несхожих элемента — имеют, оказывается, общее (если исходить из латинских названий *nitrogenium* и *natrum*) происхождение. Английское и французское названия элемента (*sodium*) произошли, вероятно, от арабского «суввад» — так арабы называли прибрежное морское растение, зола которого, в отличие от большинства других растений, содержит карбонат не калия, а натрия, то есть соду.

Калий

По-арабски «аль-кали» — продукт, получаемый из золы растений, то есть карбонат калия. До сих пор эту золу сельские жители используют для подкормки растений калием; например, в золе подсолнечника калия больше 30%. Английское название элемента *potassium*, как и русское «поташ», заимствовано из языков германской группы; по-немецки и голландски *ash* — зола, *pot* — горшок, то есть поташ — это «зола из горшка». Раньше карбонат калия получали, выпаривая в чанах вытяжку из золы.

Кальций

Римляне словом *calx* (род. падеж *calcis*) называли все мягкие камни. Со временем это название закрепилось только за известняком (недаром мел по-английски — *chalk*). Это же слово использовали для извести — продукта обжига карбоната кальция. Алхимики кальцинацией называли

сам процесс обжига. Отсюда кальцинированная сода — безводный карбонат натрия, получающийся при прокаливании кристаллического карбоната $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Впервые кальций получил из извести в 1808 году Г.Дэви, он же дал название новому элементу. Кальций — родственник калькулятору: у римлян *calculus* (уменьшительное от *calx*) — мелкий камешек, галька. Такие камешки использовали для простых расчетов с помощью доски с прорезями — абакка, предка русских счетов. Все эти слова оставили след в европейских языках. Так, по-английски *calx* — окалина, зола, а также известь; *calcimine* — известковый раствор для побелки; *calcination* — прокалывание, обжиг; *calculus* — камень в почках, мочевом пузыре, а также исчисление (дифференциальное и интегральное) в высшей математике; *calculate* — вычислять, рассчитывать. В современном итальянском языке, который ближе всех к латинскому, *calcolo* — это и вычисление, и камень.

Барий

В 1774 году шведские химики К.В.Шеле и Ю.Г.Ган выделили из минерала тяжелого шпата (BaSO_4) новую «землю», которую называли баритом; по-гречески «барос» — тяжесть, «барис» — тяжелый. Когда в 1808 году из этой «земли» (BaO) был с помощью электролиза выделен новый металл, его назвали барием. Так что у бария тоже есть неожиданные и практически не связанные друг с другом «родственники»; среди них — барометр, барограф, барокамера, баритон — низкий («тяжелый») голос, барионы — тяжелые элементарные частицы.

Бор

Арабы словом «бурак» называли многие соли белого цвета, растворимые в воде. Одна из таких солей — бора, природный тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Из буры в 1702 году была путем прокалывания получена борная кислота, а из нее в 1808 году Л.Гей-Люссак и Л.Тенар независимо друг от друга выделили новый элемент, бор.

Алюминий

Его открыл физик и химик Х.К.Эрстед в 1825 году. Название происходит от латинского *alumen* (род. падеж *aluminis*) — так называли квасцы (двойной сульфат калия-алюминия $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), их использовали как протраву при крашении тканей. Латинское название, вероятно,



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

восходит к греческому «халмэ» — рассол, соляной раствор. Любопытно, что в Англии алюминий — это *aluminium*, а в США — *aluminum*.

Лантан

В 1794 году финский химик Ю.Гадолин в минерале церите обнаружил новую «иттриевую землю». Через девять лет в том же минерале Й.Берцелиус и В.Хизингер нашли еще одну «землю», которую назвали цериевой. Из этих «земель» впоследствии выделили оксиды ряда редкоземельных элементов. Один из них, открытый в 1839 году, по предложению Берцелиуса, назвали лантаном — от греч. «лантанейн» — скрываться: новый элемент десятилетиями «прятался» от химиков.

Кремний

Русское название элемента, данное ему Г.И.Гессом в 1831 году, произошло от старославянского слова «кремень» — твердый камень. Таково же происхождение латинского *silicium* (и международного «силикат»): *silix* — камень, булыжник, а также утес, скала. Понятно, что скалы из мягких камней не бывают.

Цирконий

Название происходит от персидского «царгун» — окрашенный в золотистый цвет. Такую окраску имеет одна из разновидностей минерала циркона (ZrSiO_4) — драгоценный камень гиацинт. Диоксид циркония («цирконная земля») выделил из цейлонского циркона в 1789 году немецкий химик М.Г.Клапрот.

Технеций

Название отражает искусственное получение этого элемента: ничтожные количества технеция были синтезированы в 1936 году при облучении молибдена в циклотроне ядрами дейтерия. По-гречески «технетос» и означает «искусственный».



Ш.Л.Глэшоу.
Очарование физики.
Ижевск: НИЦ «Регулярная
и хаотическая динамика»,
2002, 336 с. Перевод
с английского Н.А.Зубченко.
Тираж 1500 экз.

Физика частиц: от лоскутного одеяла к гобелену

В XX век человечество вступило, зная лишь одну элементарную частицу — электрон. Вскоре к нему добавился квант света (фотон), затем протон, в 30-е годы — нейтрон, позитрон, мезоны; было предсказано существование нейтрино. А после Второй мировой войны произошел «демографический взрыв» — массовое открытие доселе неизвестных частиц в космических лучах и на ускорителях. «Что ни сезон, то мезон», — говорил С.И.Вавилов. К концу 50-х годов частиц насчитывали уже много десятков; требовался новый Менделеев, чтобы обнаружить в них какую-то систему.

И вскоре были сформулированы две фундаментальные идеи, которые позволили это сделать. Первая заключалась в нахождении принципа, позволяющего объединять, то есть сводить к меньшему числу (в идеале к одному), известные физические взаимодействия между частицами — гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное. Отдельные силы ученые стали рассматривать как разные проявления более универсальных взаимодействий, а первый шаг в деле унификации сделал еще Джеймс Максвелл, объединивший электричество и магнетизм.

Другая идея представляла собой гипотезу о существовании частиц с дробным электрическим зарядом (их называли кварками), из которых стро-

ятся все адроны, то есть частицы, участвующие в сильном взаимодействии. Тогда адроны, в том числе протоны и нейтроны, уже перестают быть точечными, бесструктурными объектами.

В обе эти концепции первостепенный вклад внес физик-теоретик из Гарвардского университета Шелдон Ли Глэшоу. В книге собраны его статьи о науке, времени и себе, написанные в разные годы. Первая часть «Жизнь физика» — о себе. Мы узнаем, что его родители эмигрировали в Америку в начале прошлого века из России (из Бобруйска), где его отец, сменив фамилию Глуховский на Глэшоу, стал преуспевающим нью-йоркским водопроводчиком. А дети уже получили хорошее образование — двое сыновей стали врачами, а младший физиком.

Шелдон родился в 1932 году в Манхэттене. Будучи школьником, пробился в финал конкурса «Поиск научных талантов», проводимого фирмой «Вестингауз». В подвале дома отец устроил для Шелли лабораторию, где тот ставил опыты на томатах — исследовал, как влияет на их рост замена в воде серы на селен. Казалось бы, у юноши склонности к химии и биологии, но пересилила физика, которой он обучался в Корнельском университете.

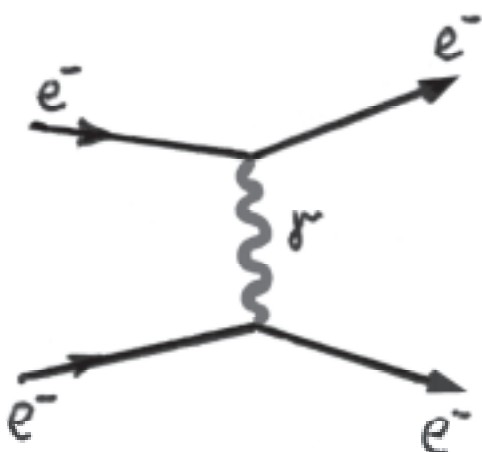
А диссертацию Глэшоу писал в Гарварде под руководством известного

теоретика, лауреата Нобелевской премии Джулиуса Швингера. (Любопытно, что нобелевский лауреат Уолтер Гилберт, разработавший методы секвенирования ДНК, был по образованию физиком и сначала занимался элементарными частицами.)

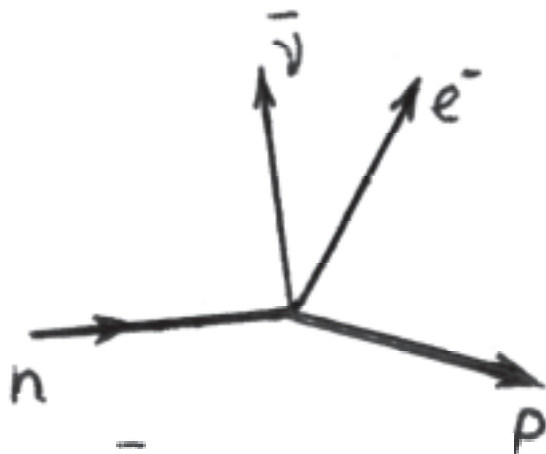
Главная заслуга Глэшоу — вклад в теорию, объединившую электромагнитные и слабые силы. Ее создали совместными усилиями, работая независимо, Глэшоу, его бывший одноклассник Стивен Вайнберг, а также пакистанец Абдус Салам (за это достижение все трое были отмечены высшей научной наградой в 1979 году).

Электромагнитное взаимодействие всем хорошо знакомо. Оно происходит путем обмена виртуальными фотонами между несущими электрический заряд частицами (см. рисунок; подобные схемы называют диаграммами Фейнмана). Слабые силы проявляют себя не так заметно, но благодаря им происходит, например, бета-распад, когда нейтрон превращается в протон и испускаются электрон и антинейтрино. Эти силы играют важную роль в жизни звезд, в синтезе атомных ядер.

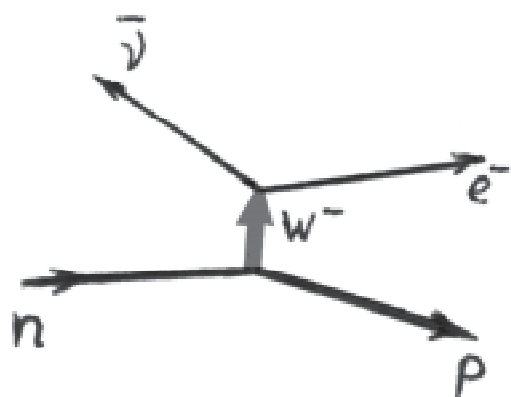
Первую теорию слабых сил предложил в 1933 году Энрико Ферми. Он полагал, что при бета-распаде нейтрон становится протоном и одновременно рождаются две частицы —



Электромагнитное взаимодействие между двумя электронами



Бета-распад по теории Ферми



Бета-распад по теории Глэшоу, Вайнберга и Салама

электрон и антинейтрино. Тут образцом для него служил атом: при его переходе с верхнего энергетического уровня на нижний излучается фотон, который изначально в атоме не содержался. По Ферми, все четыре участвующие в бета-распаде частицы взаимодействуют в одном и том же месте; графически это выглядит как четыре линии, пересекающиеся в одной точке (см. рис.).

Поскольку никаких частиц-посредников в его схеме нет, казалось бы, электромагнитные и слабые силы действуют совершенно по-разному. Но еще в 30-е годы несколько физиков высказали мысль, что могут существовать промежуточные частицы, переносящие слабое взаимодействие. Тогда, скажем, бета-распад будет выглядеть так: нейтрон превра-

щается в протон, испуская некую виртуальную частицу W (от английского «weak» — слабый), а затем W распадается на электрон и антинейтрино (см. рис.), и это уже похоже на обмен фотонами.

Первым математически строго и единообразно описал оба взаимодействия Глэшоу, но на его пути возникло серьезное препятствие: электромагнитные силы действуют на любых расстояниях (это объясняется тем, что у переносящих его виртуальных фотонов нулевая масса покоя), а слабые силы проявляют себя только на очень малых масштабах (порядка 10^{-15} см). Значит, массы их переносчиков должны быть велики, порядка ста масс протона. Как возникло такое расхождение с электромагнетизмом?

В решении этой проблемы успеха достигли Вайнберг и Салам, которые основывали свои рассуждения на эффекте спонтанного нарушения симметрии. Известно, что при фазовых переходах симметрия системы может изменяться; так, при кристаллизации жидкости она уменьшается — появляются выделенные направления. Нечто похожее, видимо, бывает и в физике частиц, где при более высоких энергиях симметрия выше, а при охлаждении она спонтанно нарушается, из-за чего переносчики слабого взаимодействия обретают большую массу. В этом процессе должны участвовать новые гипотетические частицы «хиггсы» (см. «Научный комментатор» в № 8 за 1994 год), и возникла задача их экспериментального обнаружения.

Можно сказать, что поиск хиггсов стал одним из главных стимулов для построения более мощных ускорителей. В связи с этим Глэшоу вспоминает, какие надежды физики возлагали на сверхпроводящий суперколлайдер SSC, который в конце 80-х годов начали строить в Техасе (см. «Химию и жизнь», 1991, № 4). Однако затем этот циклопический проект — длина кольца должна была составить более 80 км — отменили; к счастью, строительство других установок было продолжено.

Итак, согласно Глэшоу, Вайнбергу и Саламу, электромагнитные и слабые процессы есть разные проявления одной и той же силы. При высоких энергиях (или на малых расстояниях — менее 10^{-16} см), когда легко могут рождаться массивные частицы-переносчики, они протекают как единое взаимодействие, а при более низких энергиях — как два отдельных.

Их теория объяснила так много опытных данных и уверенность в правильности этого подхода была столь велика, что Нобелевский комитет решил наградить авторов, не дожидаясь главного подтверждения — экспериментального открытия предсказанных переносчиков. Оно пришло только четыре года спустя, в 1983 году, когда в ЦЕРНе получили эти

частицы (несущие электрические заряды W^- и W^+ , а также нейтральный Z^0), причем их массы оказались близки к расчетным.

Идею кварков выдвинули американцы Марри Гелл-Манн и Джордж Цвейг. Чтобы объяснить взаимодействие кварков между собой, был введен новый тип заряда, названный «цветом» (никакого отношения к оптике он не имеет) — им обладают и кварки, и обеспечивающие связь между ними частицы-глюоны; все они стали как бы хромофорами, поэтому теорию сильного взаимодействия нарекли квантовой хромодинамикой.

Поразительная особенность кварков заключается в том, что в свободном виде они не встречаются — только как составные части адронов (напомню, что так называют частицы, участвующие в сильном взаимодействии). Комбинируя кварки и антикварки по два и по три так, чтобы в сумме получались целочисленные электрические заряды, можно составить все имеющиеся в природе адроны. С точки зрения хромодинамики ядерные силы уже не фундаментальны — они представляют собой побочный эффект от взаимодействия между кварками в нуклонах. Химики знают похожее явление: ван-дер-ваальсовы силы между атомами тоже, в сущности, есть побочный продукт электромагнитных сил внутри них.

Вначале типов кварков было три — «верхний», «нижний» и «странный». А вот лептонов (частиц, не обладающих цветом и потому игнорирующих сильное взаимодействие) было четыре: электрон и его нейтрино, а также аналогичная электрону, но более тяжелая частица мюон и его нейтрино. Полагая, что между кварками и лептонами должна быть определенная симметрия, Глэшоу и другие теоретики предсказали существование четвертого кварка. Шелдон был настолько уверен в этом, что на ежегодной конференции в апреле 1974 года пообещал съесть свою шляпу, если до следующего такого мероприятия его не найдут. И шляпа уцелела: в ноябре того же года две группы американских экспериментаторов обнаружили частицу, несущую новый кварк, который называли «очарованным».

К настоящему времени и лептонов, и кварков стало уже по шесть. Обе шестерки разбиты на три сходные пары — как бы на три поколения, отличающиеся по массам. Именно эту великолепную дюжину рассматривают как набор истинно элементарных,

то есть не имеющих внутренней структуры, составляющих материи.

Нынешнее описание электрослабого и сильного взаимодействий составляет хорошо разработанную теоретическую схему, которую именуют «стандартной моделью». Правда, она содержит много свободных параметров, которые не выводятся «на кончике пера», а берутся из эксперимента.

Разумеется, унификация только двух из четырех сил не могла удовлетворить ученых. Вдохновленные успехом электрослабой теории, они стали пытаться охватить единым подходом и сильное взаимодействие; эту программу назвали Большим, или Великим (Grand), объединением.

Она заключается в поиске математической конструкции, которая обладала бы настолько широкой симметрией, что, во-первых, содержала бы как частные случаи более узкие симметрии, соответствующие электрослабому и сильному взаимодействиям, а во-вторых, описывала бы более общее взаимодействие, в котором на равных правах участвовали бы и кварки, и лептоны.

Симметриями в математике ведает теория групп, значит, необходимо найти достаточно общую группу, в которую можно вложить, как составные части, уже найденные. И вот в начале 70-х годов Глэшоу вместе со своим гарвардским коллегой Говардом Джорджи предложил наиболее экономную математическую реализацию Большого объединения — они рассмотрели наименьшую из групп, обладающих таким свойством (вообще же их очень много).

Их теория вводила единую суперсилу, которая действует при очень больших, можно сказать, фантастических энергиях (выше 10^{15} ГэВ), — тогда кварки и лептоны могут превращаться друг в друга. По их идее, при уменьшении энергии от исходного взаимодействия сначала отщепляется сильное, а при дальнейшем замедлении частиц (в районе 300 ГэВ) электрослабое тоже распадается на два (слабое и электромагнитное). Мы наблюдаем в природе эти отдельные силы, потому что имеем дело с достаточно холодной Вселенной.

Но если кварки способны переходить в лептоны, то нуклоны, а вместе с ними все ядра и атомы становятся в принципе неустойчивыми. Согласно простейшему варианту теории Джорджи—Глэшоу, период полураспада протонов составляет около 10^{31} лет, и тогда в течение жизни одного чело-

века в его теле с близкой к единице вероятностью распадется по крайней мере один протон, а в большой массе воды (тысячи тонн) подобных распадов должно быть несколько за месяц.

Значит, можно попытаться зарегистрировать такие события, для чего в разных странах поставили соответствующие эксперименты, однако они не дали положительного результата. То есть пока захватывающее воображение вывод о нестабильности всей материи не подтвердился — видимо, в своей исходной форме гипотеза Джорджи—Глэшоу содержит какую-то ошибку, и вот уже двадцать лет физики ищут ее, предлагая другие варианты Великого объединения. Но успеха они еще не достигли, поэтому электрослабая теория, с которой навеки связано имя Глэшоу, до сих пор остается последним крупным прорывом в деле унификации сил.

Однако в природе есть еще гравитация, и некоторые теоретики уже пытаются охватить и ее. Здесь популярна теория суперструн, в которой частицы рассматривают не как точечные сущности, а как сверхмалые петельки (струны), колеблющиеся в многомерном пространстве. Интересно сравнить взгляды на эти построения Глэшоу и нашего известного специалиста по физике высоких энергий академика Л.Б.Окуня, высказанные ими примерно в одно время.

Наш ученый пишет: «Самые активные молодые теоретики ушли в суперструны, они работают в пространствах 10, 26 и даже 506 измерений... Это не кратковременная мода... Я думаю, что мы являемся свидетелями очень важного события в истории физики, по своему значению не уступающего созданию квантовой теории поля... Когда теория будет создана, она придаст новый, более глубокий смысл таким понятиям, как пространство, время, поле».

А Глэшоу считает, что пока этот эксцентричный подход «завел целое поколение блестящих аспирантов в десятимерную трясиину невразумительной математики... Даже самые амбициозные защитники суперструн признают, что пройдут еще десятилетия, прежде чем они смогут сделать какие-либо экспериментально проверяемые предсказания».

Энергию электрослабого объединения (достаточную для рождения W - и Z -частиц) смогли достичь на ускорителе, а вот энергия Большого объединения ни на каких рукотворных установках никогда получена не будет — ведь эти вехи раз-

Из философий прошлого современной физике элементарных частиц наиболее близко учение Платона. В самом деле, эти частицы суть представления групп симметрий, и, стало быть, они аналогичны симметричным платоновым телам.

Вернер Гейзенберг.

Что такое элементарная частица? (1977)



КНИГИ

деляют десять порядков. Вообще, сейчас в физике частиц возникла ситуация, когда в большом диапазоне энергий может не быть принципиально новых явлений. «Если верить этой философии отчаяния, — пишет Глэшоу, — то нас уже не ожидают никакие сюрпризы».

Возможно, перед экспериментаторами действительно простирается пустыня, но и в этом случае прогресс физики частиц все равно не прекратится — ведь можно добывать косвенные данные, и поиск распада протона был одним из примеров таких непрямых опытов. Кроме того, часто на помощь приходят астрономия и астрофизика: те невероятно высокие энергии, которые фигурируют в теориях, но недостижимы в лаборатории, проявляли себя, согласно современным представлениям о Большом взрыве, в первые мгновения после начала расширения материи из состояния сингулярности. Последствия тех процессов отражены в структуре и свойствах наблюдаемого нами космоса, и потому вся Вселенная есть огромная экспериментальная установка.

(Эти вопросы хорошо изложены в известной популярной книге С. Вайнберга «Первые три минуты». М.: Энергоиздат, 1981, а недавно вышла книжка отечественного автора М. Ю. Хлопова «Космомикрофизика». М.: УРСС, 2003, специально посвященная взаимосвязям физики элементарных частиц и космологии.)

Как показывает история науки, познание мира идет одновременно с двух сторон — ученые как бы прокладывают туннель навстречу друг другу. С одной стороны, они добывают факты и математически описывают их, а с другой — развивают математику, исходя из ее собственной внутренней логики, а затем пытаются применить ее к описанию природы. И на данном этапе вперед может выйти именно математика, для которой нет ограничений ни по энергиям, ни по расстояниям. Не будем забывать, что самый мощный ускоритель — это голова человека и неограниченная скорость есть только у мысли.

В последние десятилетия стало ясно, что законы взаимодействия частиц, а также значения входящих в них фундаментальных числовых констант в высшей степени неординарны: ведь они обеспечили возможность сложной иерархической организации материи, приведшей к возникновению жизни и даже разума. Хочется понять, в чем причина этого, и тут широко обсуждают антропный космологический принцип (см. статью «О тайне мира — пусть хотя бы лепет...» в «Химии и жизни», 1988, № 12).

Можно предположить, что физический мир есть реализация чрезвычайно богатой по строению и внутренним взаимосвязям математической структуры, и тогда удивительная содержательность природы (вплоть до феномена сознания) есть просто отражение ее свойств. Но что эта структура собой представляет? Увидеть ее нелегко, поскольку математика сильно разрослась и разветвилась. И все же иногда удается установить единство в многообразии этой науки, что приводит к крупным достижениям, например доказательству Великой теоремы Ферма (см. «Химию и жизнь», 2001, № 7–8).

Ричард Фейнман говорил, что новое уравнение не выводят, а угадывают. Точно так же можно попытаться угадать и симметрию, отвечающую единой теории поля. Пока ее ищут ощупью, двигаясь как бы снизу: определяют группы симметрии, соответствующие отдельным типам взаимодействий, а затем пытаются вложить их в более общую. Возможно, надо пойти с другого конца и посмотреть, нет ли искомой симметрии среди тех, которые играют особую роль внутри самой математики.

В ней действительно есть объекты, занимающие выделенное, центральное положение. К ним относятся правильные многогранники, с античных времен привлекавшие пристальное внимание ученых. Среди них наиболее сложен и интересен икосаэдр, и знаменитый немецкий математик Феликс Клейн посвятил ему специальную книгу. Так вот, он пишет, что

в икосаэдре сходятся, переплетаются многие ветви математики, то есть характеризующая эту фигуру симметрия имеет в ней глубокие корни. Поэтому можно думать, что именно с икосаэдром окажется как-то связанным математический аппарат будущей теории поля.

(Как известно, группа вращений икосаэдра изоморфна, то есть фактически совпадает с группой четных перестановок пяти элементов. Свойство четности означает, что при перестановке двух элементов изменяется знак определенной функции, и именно так — знакопеременно — ведет себя квантово-механическая волновая функция, описывающая частицы-фермионы. Получается, что симметрия икосаэдра сразу приводит к базовой пятёрке фермионов, наличие которой, исходя из совсем других соображений, постулируют в своей модели Великого объединения Джорджи и Глэшоу.)

В нобелевской лекции Глэшоу сказал, что «в 1956 году, когда он делал свои первые шаги в науке, теория элементарных частиц напоминала лоскутное одеяло... С тех пор многое изменилось — мы располагаем теорией, которая представляет собой цельное произведение искусства: лоскутное одеяло превращается в гобелен». Теперь ученые убедились, что создание гобелена идет тяжело — нитки рвутся и спутываются. И все же контуры общей картины уже проступают.

Наука XX века, открыв целый мир частиц и в большой степени наведя в нем порядок, оставила нынешним поколениям исследователей самое интересное — сделать заключительный шаг и понять, какая математическая структура лежит в его основе. Как говорит Глэшоу, «приблизиться к единому и истинному синтезу». Или, по выражению Окуня, отыскать «магический желудь, таящий в себе все древо физики».

Л. И. Верховский

Генрих Варденга:

«Чтоб поверила целая нация, важны мимика и интонация»



Генрих Варденга по-прежнему живет. По-прежнему в Дубне. По-прежнему продуцирует научные и литературные идеи. По-прежнему один из любимых друзей «Химии и жизни». Все это подтверждает тезис, что наша жизнь вечна.

От автора

Существует предание, что в городке Лимерик, расположенном в центре Ирландии, когда-то, в начале XIX века, впервые зазвучали короткие шуточные стишки. По месту рождения они и получили свое название — лимерики. В общем, народное творчество, чем-то напоминающее наши частушки.

Однако тут есть две особенности. Первая: любое «народное», если докопаться, имеет свое авторство. В Ирландии докопались. Это — Эдвард Лир (1812–1888). Первую публикацию Лира датируют 1820 годом, а первая книжка его, как он их называл, стихов вышла только в 1846 году. «A Book of Nonsense» — книга нонсенсов. Хорошее название!

Скорее всего, Эдвард Лир был легкомысленным, то есть счастливым, человеком. Стишки, проиллюстрированные им же самими, пролежали у него в столе целых десять лет, а потом... Он и представить себе не мог, каким триумфом обернутся для него эти шуточные забавы.

Но это, как сказано, первое, а второе — конечно, изысканная форма. Пять строк анапестом, рифмующихся по схеме **aabba**. Строки с рифмой **a** — трехстопные, а с рифмой **b** — двустопные. Жесткая конструкция. И когда их переводишь, надо держать ухо востро!

Их переводили неоднократно, и во всем западном мире. Популярность этих озорных миниатюр, теперь уже от последователей Лира, непрерывно растет. Но вот что интересно: имена авторов современных лимериков далеко не всегда известны и сегодня. Наверное, потому, что это все-таки «народное». Озорное, улыбочатое, доброе. А кто автор — да Бог с ним!

Вашему вниманию предлагается маленькая подборка, которая составлена из моих переводов классических лимериков Э.Лира (с его рисунками) и неизвестных английских стихотворцев. Ну а в конце — несколько миниатюр автора этой публикации.

С Новым годом!

Эдвард Лир



Несчастье случилось в Шатэ:
Танцовщица из варьете
Крутилась, крутилась
И в сцену ввинтилась
На тридцать втором фуэте.

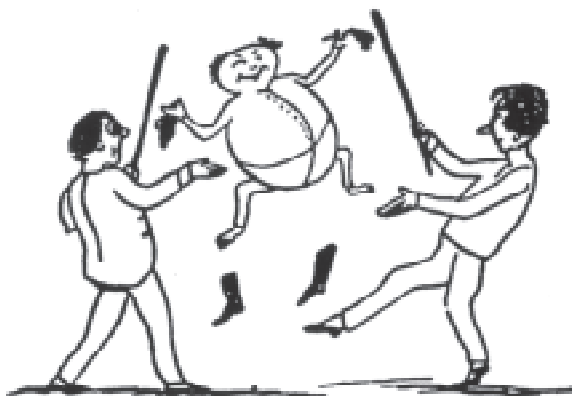
There was an Old Lady of Chertsey,
Who made a remarkable curtsy;
She twirled round and round
Till she sank underground,
Which distressed all the people of Chertsey.

* * *

There was an Old Person of Fife,
Who was greatly disgusted with life;
They sang him a ballad,
And fed him on Salad,
Which cured that Old Person of Fife.



Одному деревенскому жителю
Показалось, что жизнь омерзительна.
Ему дали салат,
Спели пару баллад,
И он понял, что жизнь восхитительна.



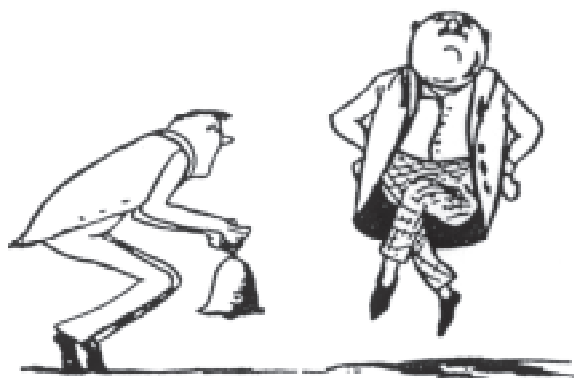
There was an Old Man who screamed out
Whenever they knocked him about;
So they took off his boots,
And fed him with fruits,
And continued to knock him about.

* * *

Жил-был Билл, и, когда его били,
Презабавно вопил этот Билли.
С Билли сняли ботинки,
Дали фрукты, тартинки
И всё били беднягу и били.



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ



There was a Young Lady whose Nose
Continually prospers and grows;
When it grew out of sight,
She exclaimed in a fright,
'Oh! Farewell to the end of my Nose!'

* * *

Когда даму оставили с носом,
Он как начал расти, так и рос он.
Дама стала рыдать:
«До конца не видать!
О, прощай навсегда, кончик носа!»

* * *

В нашем городе жил мистер Валлис.
Все о нем высоко отзывались:
Хоть он слыл своевольцем,
Но под звон колокольца
Танцевал так, что все восхищались.

There was an Old Person of Filey,
Of whom his acquaintance spoke highly;
He danced perfectly well
To the sound of a bell,
And delighted the people of Filey.

* * *

Простодушная леди из Дурбана
Говорила всегда то, что думала.
Восторгаясь («Как искренна!»),
От нее, как от выстрела,
Разбежались все жители Дурбана.

* * *

Не любил старых дев юный Брет
И в троих разрядил пистолет.
Был торжественный слет —
Пареньку пулемет
Подарил Холостяцкий совет.

* * *

Жил-был юный монах. Но по пятницам
Не по вере жил — по обстоятельствам.
И однажды с монашкой
Согрешил он так тяжко,
Что теперь она мать-настоятельница.

* * *

Юный Джордж, сочинявший стихи
Из трюизмов и прочей трухи,
На вопрос: «Вы поэт?»
Отвечал: «В общем — нет,
Но я очень люблю вставлять как можно
больше слов в последние строки...
И они у меня неплохи».

Лимерики неизвестных английских авторов

Он был точен до самозабвения:
Появился на свет в день рожденья,
Был женат на жене
И скончался во сне
Ровно за три дня до погребенья.

* * *

Как-то вора застав под кроватью,
Леди Кэридж сказала: «Приятель,
Завершайте визит:
Из-под двери сквозит,
Ну а насморк вам вовсе некстати».

Генрих Варденга

Чтоб поверила целая нация,
Важны мимика и интонация.
И взволнованный этнос
Осознает, что бедность —
Всенародная галлюцинация.

* * *

Карамзин к долгожданному берегу
Подплывал, не впадая в истерику.
Наблюденья чаруют:
Мол, в России воруют.
Это надо ж — открыл нам Америку!

* * *

Жил-был Сэм. Был он с виду овца,
Но с могучим талантом лжеца.
Услыхав: «Это ложь»,
Он орал: «Ну и что ж!
Ты дослушай меня до конца!»

* * *

У старушки из города Нанта
Оскопили кота секс-гиганта.
Но он так же точь-в-точь
Уходил на всю ночь
В новой роли — кота-консультанта.



Человек — жертва социологии

Жизнь ученых трудна. Достаете вы, скажем, шприц, чтобы сделать морской свинке укол в пенис, как поведала нам «Химия и жизнь» (2003, № 4), а она тебе человеческим голосом: что же это ты, подлец, делаешь? Ты же меня неправильно исследуешь!

Вот примерно в таких условиях и работают социологи.

Задача социологии — изучение общества, социума. Для этого есть много методов, но мы, по существу, сталкиваемся только с одним. Это — опросы: по телефону, на улицах, в квартирах. Звонок в дверь, ты отрываешься от любимого сериала или от созерцания дневника своего чада, а из-за двери занудным голосом: «Не мог-

ли бы вы ответить...» — и так далее. Трудно удержаться от асимметричного ответа, как говорил Михаил Сергеевич. Или, скажем, летите вы по улице, распушив хвост, со страшной скоростью, а вам навстречу нечто виляющее бедрами, и с вопросом — добро бы про «Спартак», а то ведь про сникерсы и тампаксы. Бр-рьсы! О телефонных вопрошателях уж не будем. А то яда на остальной текст не останется.

В старые добрые времена социологов на коротком поводке выводили, в наморднике и раз в двое суток. Все анкеты утверждались на самом верху, а результаты в сейф идеологического отдела ЦК складывались. И понятно почему: социологам люди говорили совсем не то, что писали в редакцию

газеты «Правда». И бедные социологи должны были всю эту гадость, всю эту ненормативную (по тем временам) лексику выслушивать. Правда, в отчетах они ее не отражали. А то слишком много многоточий пришлось бы ставить.

А теперь? Вздумается кому-либо очередные прокладки рекламировать, так он сразу к социологам — составьте анкетку, проведите опросик, организуйте исследование. А те и рады около «Серпа и молота» про прокладки спрашивать. Или у метро «Арбатская» часиков в 10 утра, когда сотрудники Генштаба на работу идут, про роликовые коньки вопросы задавать. Впрочем, что с них, маркетологов, взять, им тоже есть-пить хочется, а что заказчик — дебил, так это его пробле-



Художник П. Перевезенцев



ЖЕРТВА НАУКИ

Правда эти ученые иногда странные вещи говорят. Как-то один начал вещать про шизофреническое раздвоенное сознание у россиян. Это значит, что один и тот же человек, и не с бодуна, а в здравом уме и трезвой памяти, да в одной и той же анкете отвечает, что хочет иметь «высокооплачиваемую работу, связанную с руководством людьми», и что хочет иметь «работу, не связанную с высокой ответственностью за руководство людьми». Какая же здесь раздвоенность? Обижаешь, начальник. Все очень логично. Да, хочу и не скрываю этого. Ежа с ужом в одном стакане. И потом — почему бы мне этого не хотеть? Я всю жизнь вокруг себя это видел и вижу: высокооплачиваемая работа, руководство и никакой ответственности. Но мне такая работа почему-то не доставалась.

И вообще, зря социологи на меня нападают. Зря они гадости обо мне рассказывают. Не может быть, чтобы это правдой было — что я год от года все лучше о себе думаю и все хуже обо всех окружающих странах. Они все, конечно, гады, все хотят на меня напасть и поработить, но они всегда этого хотели, мне 70 лет об этом рассказывали, так и сейчас хотят, ничего нового. А я всегда был белый и пушистый, только страдал под игмом завлаба и начальника цеха, а директор НИИ и завода и все, кто выше них, — всегда ясными солнышками были. Это вообще на Руси с начала времен: бояре плохие, а царь-батюшка — с облачным рейтингом.

Хватит гадости обо мне мне же и сообщать! Что я-де никому не доверяю — а чего им доверять? Что я-де всем недоволен — а с чего мне довольным быть? Что я хочу втрое больше денег получать, а работать втрое больше не хочу — чего тут вообще странного? Если я считаю, что в России царит произвол властей и нет от него защиты, — так это и понятно, коль скоро я же считаю и социологам говорю, что надо закручивать гайки? Мы хотим — нам делают, нечего потом пищать.

Но есть вещи и посерьезнее. Как нынче действует умный продавец

пива и умный политик, что почти одно и то же? Он исследует, как рынок на то или иное движение реагирует. А если этикеточку пошире сделать и по левому краю цветочки пустить? Ого, плюс один процент к продажам — это же миллионы, которые заработает продавец. А если к реформе чего-то там призвать или остановку чего-то там провозгласить, что будет? О, плюс один процент рейтинга. А это миллионы, которые получит партия. От кого? От того, кому она, когда к власти придет, хорошую жизнь организует. Или беспощадный ввоз водки и табака разрешит, или налоги с меня брать не будет. Вон — в каждой ларьке кассы стоят, а у меня нету.

И тут политику и партии приходит в голову мысль, до того простая, что дыхание перехватывает. А что, если я прямо социологам и заплачу, чтобы они... того... данные-то подкорректировали? Опять же вполне в российской традиции. Правда, нынче данные спрятать, как спрятали когда-то данные переписи 1937 года, труднее будет, но ведь и другие способы есть. Можно ведь тех социологов, которые за счет грамотной и честной работы живут, и того, убрать... Нет, всех сразу не обязательно, надо как всегда: с одного начать, остальные хвосты-то и подождут. Известное дело — интеллигенты. Да нет, пушку пока убери, зачем же, не надо грубо, можно просто приватизировать-деприватизировать, снять-назначить, утречком придете — а вас здесь не стояло. И не сидело. Вывеска висит старая, а люди другие, правильные люди, которые, прежде чем данные в газеты передавать, с кем надо их согласовывают.

И станет нам с вами хорошо, никто нам ничего плохого про нас, любимых, говорить не будет, и рейтинг будет стоять, как вкопанный, и всенародное одобрение кругом. А то в зеркальце можно ведь всякое увидеть, об этом, помнится, еще Пушкин рассказывал...

Л.Ашкинази

мы. И кстати, серьезное исследование не в пример дороже этой халтуры выходит. А так у заказчика на душе спокойно — и денюжки сэкономлены, и наука свое слово сказала. К науке у нас еще какое-то уважение теплится, только слова «астрономия» и «астрология» уже три четверти не различают.

А собственно, чего мы кипятимся? Ну потратил я минуту на ответ про памперсы и «Яву» суперлегкую золотую в мягкой пачке, благо ни в том, ни в другом не нуждаюсь и не разбираюсь, нехай их наука развивается. А что они потом мне с умным видом о моих же предпочтениях биоюгурта такого-то перед чудо-творожком сыжким-то расскажут — пусть их. Я все равно покупаю то, что мне нравится.





III Всероссийская олимпиада

по органической химии

в апреле 2004 г. на Химическом факультете МГУ

ChemBridge Corporation

Химический факультет МГУ,
Высший химический колледж РАН
при информационной поддержке журнала «Химия и жизнь XXI век»
приглашают студентов старших курсов, аспирантов
и молодых ученых до 30 лет принять участие
в III Всероссийской олимпиаде по органической химии,
проводимой в рамках Международной конференции студентов
и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2004».

Регистрационная форма и задачи для разминки опубликованы
на сайте www.chembridge.ru и в журнале «Химия и жизнь XXI
век». Пяти участникам, которые первыми пришлют правильные
решения, фирма компенсирует транспортные расходы, а ос-
тальные получают сувениры **ChemBridge Corporation**.

Победителей ожидают награды: первый приз — 10 тыс. рублей,
два вторых приза — по 5 тыс. рублей. Специальный приз —
5 тыс. рублей лучшему из молодых химиков,
участвующих в олимпиаде повторно.

**Мы ждем вас!
Приходите и побеждайте!**

Заявки присылайте до 28 марта 2004 года на адрес
www.Olimpiada@ChemBridge.ru; регистрация в день проведения
олимпиады не гарантирует предоставления пакета Участника олимпиады.



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

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



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

Технические характеристики приборов:

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

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

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



ВСЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ДОЗАТОРОВ ВСЕХ ВИДОВ

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



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

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

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

ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

3-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

17-19
марта

2004

Россия, Москва, Центр
Международной Торговли



РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Акустическая эмиссия
- Ультразвуковой контроль
- Вихревой контроль
- Визуальный и оптический контроль
- Магниторезонансный контроль
- Электромагнитный контроль
- Инфракрасный и термический контроль
- Давиметрический контроль твердости
- Вибрационный контроль
- Капиллярный контроль
- Телевизионный
- Радиационный контроль
- Электронный контроль
- Радиационный контроль
- Контроль трубопроводов
- Обучение и сертификация персонала
- Аттестация лабораторий

ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ
КОНТРОЛЬ



Организаторы:

Тел.: (812) 380-6000

(812) 380-6000

Факс: (812) 380-6001

E-mail: ntd@technika.ru

www.technika.ru



5-8
АПРЕЛЯ
2004





Analytica Expo

Москва, КВЦ «Сокольники»







МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ОРГАНИЗАТОРЫ

-  **МVK** Международная выставочная компания
-  Ассоциация разработчиков, производителей и поставщиков химической продукции и лабораторного оборудования
-  Российский Союз химиков
-  Ассоциация Аналитических центров

Научный совет Российской академии наук по аналитической химии

ПРИ СОДЕЙСТВИИ:

-  **СОКОЛЫНИКИ**
-  ФГУП "ИРЕА"
-  ЗАО «Росхимнефть»
- Генеральный спонсор:
 **INTERTECH Corporation**

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ,
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРНАЯ МЕБЕЛЬ И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ

По вопросам участия в выставке:
ЗАО "МVK"
Тел./факс: (095) 105-34-82
Факс: (095) 268-08-91
E-mail: stv@mvk.ru
www.exposokol.ru www.allexpo.ru
Директор выставки - Симонова Т. В.



Интернет поддержка:

- www.chemmarket.ru; www.rusanalytchem.org;
- www.chemforum.ru; www.chemindustry.ru;
- www.rusbiotech.ru; www.anchem.ru;
- www.rcc.ru; www.lab.ru



Информационная поддержка:

-  **ACCENT**
-  **XIM**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**
-  **LABORATORY**

При поддержке:

Министерства промышленности, науки и технологий РФ
Госстандарта России, Министерства природных ресурсов РФ,
Госстроя России

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

Организаторы выставки «AnalyticaExpo-2004» приглашают все предприятия, заинтересованные в развитии данной отрасли, в продвижении своей продукции на рынке и установлении новых деловых партнерских отношений, принять в период с 5 по 8 апреля 2004 года активное участие в данной выставке!





ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ - ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ

V Международный форум

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

The Fifth International Forum
High Technology of XXI

ВТ XXI
2004

Достижения
высокотехнологического
комплекса Москвы,
регионов России, стран
СНГ, ближнего и дальнего
зарубежья в различных
областях науки и техники:

- авиация и космос
- радиоэлектроника и связь
- экология
- мирный атом
- медицина и биотехнология
- энергетика
- информационные технологии
- машиностроение
- лазерные технологии
- безопасность
- химия и новые материалы

По вопросу участия обращаться:

Форум "ВТ XXI-2004"

Выставка "ВТ XXI-2004"

ОАО "ЭККОС",
ООО "ЭКСПО-ЭККОС"

Тел.: (095) 331-05-01, 331-13-33

Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00

E-mail: expocos@nii-ecos.ru

<http://www.vt21.ru>

Международная конференция

РФРВТ

Тел./факс: (095) 200-26-31

Тел.: (095) 954-99-90

Факс: (095) 954-5008

E-mail: info@hitechno.ru

<http://www.hitechno.ru>

Участие зарубежных фирм
и компаний

МТПП

Тел./факс: (095) 132-74-29

913-23-44

E-mail: extrade@mtp.ru

Организаторы
Форума:

Правительство Москвы
Министерство
промышленности, науки
и технологий Российской
Федерации

Правительство Московской
области

Комитет города Москва по
развитию оборонно-
промышленного комплекса

Институт экономики и
комплексных проблем связей
(ОАО «ЭККОС»)

Российский фонд развития
высоких технологий

Московская торгово-
промышленная палата

Московская ассоциация
предпринимателей

ФГУП «Рособоронспорт»
ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

при участии: И.Джей. Краузе энд
Ассоузиэйтс, Инк (США)

Форум проводится под патронажем
Торгово-промышленной палаты Российской
Федерации

19 - 23 апреля

2004 год

ВК ЗАО «Экспоцентр»
МОСКВА

www.vt21.ru

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ





Проект «Разум»

ФАНТАСТИКА

Художник Е. Станикова

1

Сергей Васильевич Демьяненко не стал заезжать во двор, а попросил водителя остановиться напротив центрального входа.

Фасад Института биологии и медицины мозга был как новенький; рабочие-дорожники красили бордюры, работницы Зелентреста перекапывали газон и высаживали цветущие маргаритки, бетонщики убирали опалубку с крыльца и шлифовали ступени. От автобусной остановки тянулась вереница сотрудников: теперь им приходилось делать крюк, огибая газон, и проходить в институт по узкому дощатому настилу, заляпанному цементом. Сергей Васильевич окинул взглядом фронт незавершенных работ, посмотрел на часы и вздохнул: «Нет, не успеют!» Затем опасливо глянул в небо. Хотя синоптики обещали хорошую погоду, но, как известно, июнь славен неожиданными дождями. Сергей Васильевич вздохнул еще раз.

У входа сотрудники почтительно расступились, пропуская директора. Демьяненко придирчиво осмотрел работу бетонщиков («На три дня должно хватить, надо будет отдать приказ в эти дни пропускать сотрудников через второй КПП»). Поддерживающую козырек бетонную плиту украшала мозаика, символизирующая успехи науки. Только сейчас Демьяненко заметил, насколько она, эта мозаика, здесь неуместна.

Несмотря на начало рабочего дня, в приемной оказалось много народа. Не обратив ни на кого внимания, Сергей Васильевич сразу обратился к секретарше:

— Переводчицу прислали?

— Я переводчица, — отозвался с дивана мужчина лет сорока. На коленях он держал журнал «Экспериментальная нейрология», в руке — чашку кофе.

— Я просил девушку или молодую женщину.

— Могу уйти, — неторопливо отозвался переводчик, как человек, осознающий свою ценность.

— Японский хорошо знаете?

Переводчик улыбнулся и быстро заговорил. Похоже, он читал стихи. Понять что-либо, естественно, никто не мог, но быстрые интонационные переходы, странная мелодичность и теплота звуков захватили всех.

— М-да, — сказал Сергей Васильевич, после того как переводчик замолчал. — А терминологию знаете?

— Разберусь, — заверил тот.

— Ирочка, отправьте товарища в лабораторию к Петренко. Пусть пока вникнет в обстановку...

Ирочка сразу, еще до появления директора, оценила переводчика: немного полноват, но не от переедания, а от спокойной жизни; одет прилично, но без излишней строгости, примерно так, как, по ее представлению, одеваются обеспеченные холостяки. И на туфли Ирочка тоже обратила внимание: не новые, но хорошо начищенные. Это могло означать все, что угодно, в том числе следующее: владелец этих туфель больше заботится об удобстве своих ног, нежели о впечатлении, производимом на окружающих. И потом: просмотрев разложенные на столике в приемной журналы по меди-

цине, цитологии, неврологии и биологии, переводчик удивился:

— Неужели есть люди, которые читают это в ожидании приема?

После таких слов привередливая Ирочка и предложила гостю кофе из своих личных запасов. Ну а вскоре появился директор и в конце концов распорядился «отправить товарища в лабораторию к Петренко».

Отправить можно разными способами. Ирочка предпочла наилучший: покинула свой пост и лично повела переводчика. По пути они и познакомились.

— Яшин Михал Михалыч, — представился он. — Или просто Миша.

— А откуда японский так хорошо знаете?

— Семь лет прожил в Японии.

— И чем вы там занимались?

— Угадайте!

— Журналист?

— Нет.

— Дипломат?

— Нет.

— Ну, не знаю... Какой-нибудь торговый представитель?

— Никому не скажете? Обещаете? Разведчик!

— Ой, шутите? А серьезно?

— Серьезно? Ладно. Я моряк. Был представителем флота в японских портах.

Ирочка метнула на Михал Михалыча вполне заинтересованный взгляд. А не пригласить ли нового знакомого домой, позвать подруг, чтобы потом хвастаться Яшиным, как невиданной диковинкой? Но через пять минут они пришли в лабораторию, и там Ирочка передала Яшина на попечение молодого человека по имени Саша.

Переводчик огляделся. Что ж, типичная биологическая лаборатория, как он себе ее представлял: шкаф с медицинским инструментом, длинные ряды пробирок и реторт, микроскопы, полки с химическими реактивами, ящики с препаратами, спиртовка, холодильник и несколько приборов неизвестного назначения. Правда, в комнате ощущался запах зверинца. Помимо календаря с полуобнаженной красоткой, стенку над одним из столов украшал карандашный портрет. Изображенный на нем человек был похож на Демьяненко. Не хватало только усов.

— Директор? — Яшин кивнул на портрет.

— Это Юра, — близоруко прищурился Саша и поправил съехавшие к кончику носа очки.

— А кто такой Юра?

— Неолитический человек.

Слово за слово, Яшин разузнал от лаборанта подробности. Более двадцати лет назад в Магаданской области, в районе поселка Кадыкчан, из слоя вечной мерзлоты случайно извлекли останки человека. Сначала решили, что это какой-то эск, вызвали милицию, но среди старателей нашелся грамотный мужик, сообразивший что к чему, и потому обратились уже к археологам. В общем, сей древний человек, ко-

торый жил в ледниковый период и, спасибо, неплохо сохранился, вошел в науку под именем старателя, его откопавшего, Юра. Кем он был — охотником, воином, вождем племени или шаманом? Однако академик Тертинский своим авторитетом утвердил мнение, что был он охотником на мамонтов. Портрет Юры составили судмедэксперты, а появился он здесь еще в те времена, когда Демьяненко был лишь мэнээсом и работал в этой лаборатории.

Далее Саша совсем перестал стесняться переводчика и показал макак-резусов, которые обитали в вольерах в соседней комнате. Их было две группы. Одну, контрольную, составляли обычные макаки, вторую — генетически измененные.

— Мы взяли участок седьмой хромосомы Юры и трансплантировали его в геном обезьян. Это гены, ответственные за формирование абстрактного мышления.

— Ух ты! И они поумнели?

— Еще как!

— А почему нельзя было взять материал от современного человека?

Саша наморщил лоб:

— Я точно не знаю... Вроде бы со времен неолита человек изменился, в том числе генетически. Нужны были гены, близкие к первичным.

— Что это значит?

— Нужен был именно древний человек, то есть дикарь, не затронутый цивилизацией. Сергей Васильевич считает, что цивилизация отключила одни механизмы естественного отбора и запустила другие. Хоть отличие еще не очень сильное, но оно есть. Кажется, так. — Саша смущенно улыбнулся.

— Ладно, это я понял. А почему макакам, а не, допустим, шимпанзе?

— Это я могу объяснить. Для чистоты эксперимента важно, чтобы виды отстояли друг от друга достаточно далеко. У человека и шимпанзе девяносто восемь процентов общих генов. У шимпанзе и так развитый интеллект, есть обезьяны, владеющие даже языком глухонемых, если их этому научить, разумеется. А вот повышение интеллекта у макак заметить и доказать легко.

— А дальше?

— Добавлять новые гены. У нас в планах стоят гены, отвечающие за творческие способности.

— А потом?

— Ну, не знаю... Создание нового разумного существа.

Яшин скептически хмыкнул. Саша извинился и сказал, что ему необходимо накормить обезьян. Рацион удивил Яшина. Если первая группа макак, контрольная, получила горох, капусту, бананы и семечки, то вторая, вдобавок к перечисленному, — собачий корм.

— А это зачем?

— Обезьяны второй группы нуждаются в мясной пище.

Оказалось, это поняли случайно. Из клеток соседней лаборатории разбежались крысы, и несколько грызунов залезли к макакам. В первой группе они благополучно лакомились остатками обезьяньего обеда, а во второй сами стали обедом.

— Этот факт имеет какое-то объяснение?

Саша пожал плечами:

— Насколько мне известно... только то, что хищники, в общем, должны быть умнее травоядных.

В этот момент раздался телефонный звонок. Ирочка просила привести Михал Михалыча в приемную.

2

Оониси мал ростом и на фоне высокого и полного Демьяненко выглядит мальчиком. Пожимая руку директору, гово-

рит, что с большим удовольствием читал его статьи в «Brain medicine review» и «The Lancet». Однако после церемонных поклонов и приветствий японским гостем полностью завладел переводчик. И это понятно, поскольку предстоит экскурсия по городу.

Вот Благовещенский собор, построенный в честь победы русского оружия в войне 1812 года. Переводчик крестится на купола, а вслед за ним, к удивлению Демьяненко, крестится Оониси. После секундного замешательства Сергей Васильевич тоже крестится, бегло и неумело... Вот памятник героям революции, в просторечии за свою форму называемый «холодильником». Японец смеется... Вот здание, в котором неизвестно что сейчас находится, но на фасаде сквозь слои краски проступают буквы с ятями и твердыми знаками; это бывший Санкт-Петербургский коммерческий банк. Оониси вежливо кивает. Сергей Васильевич потеет, нервничает и сердится на переводчика. Всякие попытки вставить слово тот просто игнорирует... Потом гостя везут в ресторан «Встреча», который в городе называют не иначе как «Случайные связи».

И тут за обедом Демьяненко наконец удается завести деловой разговор. Директор рассказывает об успехах своего института, о перспективах, которые сулят его работы, жалуется на трудности с финансированием, надеется на сотрудничество с японскими коллегами. Говорит Демьяненко не спеша, специально для переводчика делая длинные паузы. Яшин переводит. Но кажется, что-то добавляет от себя, потому что его вставки занимают куда больше времени, чем нужно для простого перевода. Оониси внимательно слушает, улыбается и кивает. Это, судя по всему, вовсе не означает полного согласия. Традиционная японская вежливость, и только.

Финал трапезы, однако, разочаровал Сергея Васильевича.

— Оониси-сан просит прощения, — вдруг сказал переводчик. — Из-за разницы во времени он чувствует себя очень усталым и просит отложить визит в институт до завтрашнего утра.

После того как гостя со всеми церемониями отвезли в отель, Яшин спросил Демьяненко:

— Можете объяснить мне, что вы от него хотите?

— Вы еще не поняли? Обезьян видели? Нужны деньги на продолжение проекта.

— А родное государство?

— Родное не дает.

— И этот вряд ли даст.

— Надеюсь, вы ошибаетесь. Он сам меня нашел, сам.

— Вы раньше к кому-то обращались с просьбами о деньгах?

— Да. У нас были голландцы, американцы и арабы. Арабы уж было согласились, но в последний момент передумали. Теперь вот надежда на японцев.

— Если в вашем проекте он увидит практическую пользу, то, может быть, дело выгорит. Но лично я такой пользы не вижу.

— Прямой, то есть явной, пользы, конечно, нет. Сегодня. Но пользу можно извлечь в перспективе. Вот вы можете сказать, что такое человек?

— Человек — это голокожее двуногое животное. По Платону.

— С плоскими ногтями, забыли добавить!.. Вы знаете, что же все-таки отличает человека от других животных?

— Ну, пожалуй, — Яшин почесал затылок. — Цивилизация.

— Не совсем точно. Цивилизация — это вторично. Абстрактное мышление, язык и творческие наклонности!

— Насчет языка согласен. Об остальном готов поспорить.

— Не будем спорить. Сущность нашего проекта в том, что мы можем моделировать ранние стадии эволюции человека.

— Побойтесь Бога!

Вчерашней суеты возле института уже не было. Фиолетовые маргаритки составляли надпись: «Слава российской науке!» Стоянка сияла освеженной разметкой.

Оониси привезли, когда электронные часы на проходной показывали 9:03. По предложению японца сразу отправились в лабораторию — директор, переводчик и гость.

Завлаб Анатолий Андреевич Петренко, с которым Яшин накануне так и не познакомился, был одет более чем скромно: джинсы и рубашка, поверх старый халат с прорехами. Демьяненко глянул на завлаба неодобрительно, но, что делать, смолчал.

Тут же начался важный разговор. Яшин переводил. Перевод оказался далеко не простым для обеих сторон. Лишь в ходе беседы возникал новый термин, Петренко называл его английский эквивалент, Яшин обращался к Оониси, а тот говорил, как этот термин звучит по-японски. Часто Оониси и Демьяненко переходили на английский, но еще чаще мелькала латынь.

Конечно, речь шла о макаках с внедренным геном разума. У Петренко оказалась феноменальная память: он называл год, указывал шкаф, номер полки и номер страницы, а лаборант Саша сразу же находил нужный журнал и открывал на указанной странице. Демьяненко читал, Яшин переводил.

1985 год. Пять самок и один самец резусов приобретены в Сухумском обезьяньем питомнике. Сделано искусственное оплодотворение. В качестве донорского использовали генетический материал, выделенный из волоса человека, жившего пятнадцать тысяч лет назад. Из пяти родившихся выжили двое.

1987 год. Стадо макак-резус-Р (теперь их так называют) насчитывает уже восемь особей. После случая каннибализма обезьянам стали добавлять в рацион мясо. (Яшин при этом выразительно поглядел на Сашу и покачал головой, тот покраснел.)

1989 год. Обращено внимание: стоит одной обезьяне решить предложенную задачу, как остальные особи стада справляются с ней уже быстрее. Установлено, что количество сигналов в стаде увеличилось на два порядка. Обезьяны начали издавать множество новых звуков, в том числе всхлипывание, побряхтывание, причмокивание, сопение. Также возросло число жестов. Вот таким образом, комментирует Демьяненко, возник праязык.

1990 год. В стаде Р устанавливается твердая дисциплина. Видимого насилия со стороны вожака нет.

Хотите убедиться, улыбается японцу Демьяненко? И бросает десяток конфет в клетку к обычным макакам. Возникает всеобщая драка. А вот в клетке, где обитают макаки-Р, к конфетам подходит вожак и делит их между членами стада. Оониси в восторге. Он берет одну конфету и кидает ее в клетку к макакам-Р. Вожак съедает ее сам.

Теперь наступает очередь заранее подготовленной демонстрации. В прозрачный ящик с узким отверстием кладут яблоко. На полочке перед отверстием зажигают огонь. Но помимо этого, и тем, и другим обезьянам предлагают ведро с водой и ковш. Обычные макаки суетятся возле ящика, мешают друг другу, суют руки в огонь и вопят от боли и досады. Макаки-Р сразу находят решение: огонь потушен, яблоко извлечено из ящика. Вожак надкусывает его, а потом отдает одной из самок... В общем, журнал наблюдений содержит описание множества экспериментов разной сложности, где все говорит о том, что макаки-Р по разуму приблизились к человекообразным обезьянам.

Далее Оониси захотел ознакомиться с результатами анализов и вскрытий. В ход пошли препараты, срезы мозга, сним-



ФАНТАСТИКА

ки хромосом и прочие тонкости. Затем японец придирчиво изучал таблицы и диаграммы. Тут для Яшина, как для переводчика, начался настоящий ад: структуры мозга, лобные доли, полушарная асимметрия, глиальный индекс, sylvian fissure и так далее. Скорость перевода упала до предельно низкой. И Оониси окончательно перешел на английский язык...

Понятно, отобедать пришлось довольно поздно, хотя Яшин уж думал, что поесть им сегодня вообще не придется. Оониси-сан был молчалив, а после трапезы отказался возвращаться в лабораторию: он еще не адаптировался к разнице во времени и чувствует себя очень усталым. Однако просьба: предоставить все материалы по макакам-Р на английском языке; он обещает просмотреть их ночью, после того как отдохнет. И еще: он просит дать ему возможность самому придумать эксперимент для проверки разума обезьян Р.

4

На следующее утро, стоя перед клеткой, Оониси заинтересовался у Демьяненко (естественно, через переводчика):

— В ваших материалах я не нашел ни одного упоминания о том, как эти две группы макак относятся друг к другу.

— Что ж, — поморщился Сергей Васильевич, — мы делали такие опыты. Если макака-Р попадает в стадо обычных макак, то через некоторое время она достигает там высокого положения.

— А если наоборот?

— Обратный эксперимент интереса не представляет.

— Но вы это делали?

— Да, — нехотя признал директор.

— И каков результат? Макаки погибали?

— Да... Но откуда вы это взяли? — Сергей Васильевич удивленно глянул на Яшина и вполголоса спросил его: — Вы рассказали?

— Откуда мне знать об этом? Я только вчера ваших чертовых обезьян увидел!

Следующий вопрос директор адресовал уже лаборанту:

— Саша, ты говорил об этом?

— Нет, что вы!

Оониси тактично дождался окончания перешептывания между хозяевами.

— Я полагаю, — начал он, — что увеличение лобных долей ведет к росту потребности в белке. А недостаток белка в пище ведет к агрессивности.

— Драки, разумеется, бывают, но не больше, чем в контрольной группе. Правда, мы такой статистики не вели.

— В ваших материалах описаны случаи каннибализма. Вы ввели в рацион мясо. Я хочу, чтобы вы прекратили давать мясную пищу, а в клетку к группе Р посадили обычную макаку.

— Она погибнет. Если не сегодня, то через несколько дней, — признал директор.

Оониси не отреагировал и продолжил:

— Второй эксперимент, который я хотел бы поставить: убить вожака из клетки.



ФАНТАСТИКА

— У них будет новый вожак. И не исключено, что обезьяны начнут драться.

— Значит, я прав? Эти обезьяны, кроме разума, отличаются повышенной агрессивностью. Только сильный вожак держит стадо под контролем. Я хочу убедиться.

— Это общая черта всех приматов. Но коль вы хотите, пожалуйста! — развел руками директор. И затем обратился к завлабу: — Толя, принеси из первой клетки какую-нибудь обезьяну. Только старую.

Петренко поймал одну из обычных макак и посадил ее в клетку к макакам-Р. Реакция была мгновенной: те набросились на чужака. Визг, крики, хрипение. Жертва пыталась сопротивляться, но вскоре забилась в угол и только кричала от страха и боли.

Яшин дернул Демьяненко за рукав:

— Прекратите это! Хватит!

Саша схватил пластиковый шланг, подключенный к крану с холодной водой, и стал поливать обезьян. Те разбежались.

— Нет, я хочу видеть до конца! — потребовал Оониси. Яшин не стал переводить эту фразу, но ее смысл был всем предельно ясен.

— Достаточно! — повысил голос директор. — Толя, убери ее!

— Не волнуйтесь, я куплю у вас стадо.

Демьяненко оторопело глянул на японца и перевел взгляд на Яшина:

— Он не шутит?

— Нет.

— Тогда пройдемте в кабинет.

Ирочка уже ждала появления директора и его гостей. Она принесла чай, печенье и, поставив чашку перед Оониси, церемонно поклонилась, очевидно, подражая гейшам. Оониси был невозмутим.

— Итак, — продолжил беседу Демьяненко, отхлебнув чаю, — вы желаете приобрести наших обезьян? Но лично я хотел бы продолжить работу над проектом. Поэтому надеюсь, что при переносе проекта в Японию, мы сможем сотрудничать.

— Ваш проект, безусловно, интересен. Но, к несчастью, не актуален. Любой современный университет в силах повторить ваш опыт. Тем не менее сделанное вами доказывает высокий уровень науки в вашем институте. Наш фонд предоставит вам деньги и темы для исследований, интересующие нас. Но данный проект придется свернуть как неперспективный.

— Почему вы считаете его неперспективным?

— Позвольте не объяснять причину. — Тут Оониси вежливо улыбнулся.

— Тогда зачем вам наши обезьяны?

— Появление таких существ следует рассматривать как несчастье. Не думайте, что я хочу купить ваших обезьян ради их уникальности. Я хочу прекратить проект.

— Нет, мы не договоримся!

— Как хотите. Вам все равно, рано или поздно, придется уничтожить стадо. У вас нет денег на его содержание. Ваш эксперимент — тупик. Вы привили обезьянам разум охотников на мамонтов. Вы получили химеру. Мирное существо

вдруг стало каннибалом. Разум порождает насилие. Вот основной вывод вашего эксперимента. Случайность или это действительно так, не важно. Вы сами понимаете, что продолжать эксперимент бессмысленно.

— Мы моделируем раннюю эволюцию человека!

— Вы ошибаетесь. У человека, кроме разума, есть еще милосердие и терпимость. За этим тоже стоят гены. Но вы взяли не с того конца и не с тем материалом.

— Нет! Вы хотите сказать, что все эти годы мы работали зря?

— В науке ничего не делается зря. Но ваше исследование себя исчерпало.

Демьяненко насупил и после долгой паузы произнес:

— Извините за беспокойство. Но я не согласен на ваши условия.

— Какого черта?! — удивился Яшин. — Вам что, деньги не нужны?

— Послушайте, не вмешивайтесь! Ваше дело переводить.

Переводчик и не думал униматься:

— Я понимаю, что вы сами сделали этих обезьян, но неужели в вашем институте нет достойных проектов?

— Вы переводчик или директор института?

— Давайте так: я скажу ему, что вы хотите подумать и проконсультироваться с ученым советом.

— Что вы себе позволяете?

Но Яшин уже заговорил с Оониси, после чего перевел вердикт японца:

— Он говорит, что согласен подождать до вечера, поскольку завтра улетает домой. Но в любом случае с решением он вас не торопит. Если вы не надумаете сегодня, то в течение трех месяцев его предложение в силе.

— Послушайте! — рассвирепел Демьяненко. — В вашем контракте не сказано, что вы должны принимать решение за меня! Я подам в суд на ваше бюро.

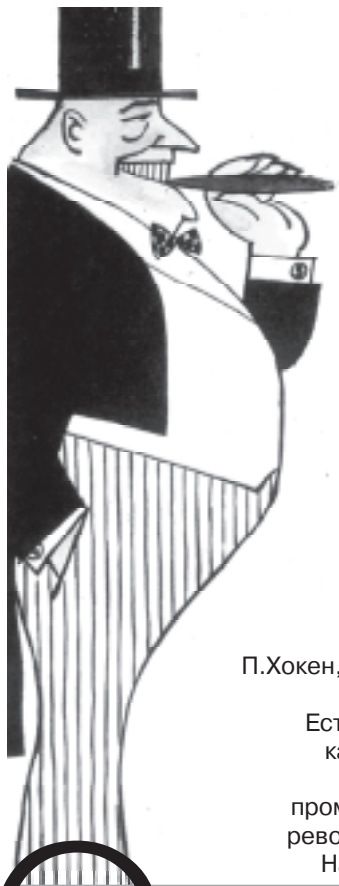
— Вы мне еще спасибо скажете, — спокойно ответил Яшин. — Деньги другим способом вы не получите. Он готов дать, а вы еще комедию ломаете. Я бы на его месте и гроша ломаного за ваших обезьян не дал!..

От такой дерзости Сергей Васильевич Демьяненко тяжело задышал и проснулся.

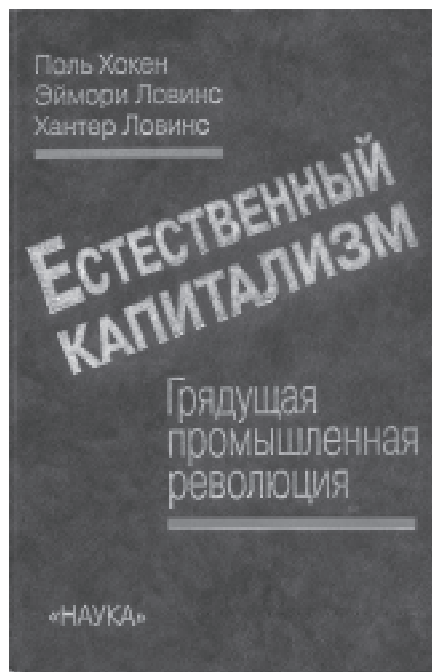
«Тьфу, черт! — выругался он. — Привидится же такое!» Покачал головой и глянул на часы.

Было слишком рано, чтобы ехать в институт и встречаться с приезжающим сегодня японцем. Демьяненко поднялся с дивана, прошел на кухню и закурил, ожидая, пока закипит чайник.





П.Хокен, Э.Ловинс,
Х.Ловинс.
Естественный
капитализм.
Грядущая
промышленная
революция. М.:
Наука, 2002.



КНИГИ

ванной очисткой. Мешает внедрению этой идеи психология мелкого феодала, которая сидит до сих пор во многих, — пусть плохонькое, но свое.

Назовем еще одну, не совсем оригинальную идею, которую авторы называют «зеленое здание». Если опустить все красивые слова, то это попросту создание такого здания, куда будет приятно приходиться работать. И рост производительности на 15% вместе с улучшением качества работы сначала покрывает все расходы, а потом, естественно, приносит прибыль.

В книге много интересных идей и предложений, много и пустых слов, но в целом она содержательна и поучительна.

Одна мысль в ней, к сожалению, высказана не очень ясно и не развита. Все основные идеи — например, три, названные выше, — требуют для разработки и внедрения высококлассных специалистов, сочетающих отличное знание своей области — а лучше нескольких своих областей! — с широким техническим и научным кругозором. Сегодняшняя образовательная система в России и реформы, которым ее подвергают... можно, я не буду дальше? Вы ведь уже все поняли.

В заключение процитируем предисловие к книге, написанное академиком Г.А.Месяцем: «Содержащаяся в книге критика недостатков американской модели капитализма местами кажется излишне резкой. В связи с этим вспоминается, что в недавнем прошлом нам помогало жить и работать чувство патриотизма, и мы тогда полагали, что капитализму это чувство присуще в незначительной степени. В последнее время, особенно после событий 11 сентября 2001 г., мы имели возможность убедиться в патриотизме граждан США, который, вероятно, помогает американцам, в том числе и авторам книги, критически относиться к собственным недостаткам и стремиться к их преодолению. В этом, как и в экономике, нам теперь предстоит догонять Америку».

Л.Хатуль

В предыдущей книге этих авторов, «Фактор четыре» (почти этих, один из авторов — новый), мы уже писали. В данной книге многое повторено, однако, учитывая мизерные тиражи и важность вопроса, — это только хорошо. Но некоторые высказанные идеи новы и важны.

В основном книга посвящена экономии. Сама по себе мысль, что экономить надо, тривиальна. Более того, она кажется намного более естественной для России, чем для Америки. В традиционной русской культуре бытовала идея ограниченности ресурсов («Химия и жизнь» писала об этом в 1997 году, № 3, с. 12), но она породила не энергосберегающие технологии, а зависть: если что-то есть у соседа, значит — отнято у меня. Но так или иначе, а закон Ломоносова–Лавуазье действует с отвратительно высокой точностью, и экономить придется. Воду, энергию, металл, людей, время и вообще все. Названные выше авторы призывают развивать безбумажное делопроизводство, ездить на работу на велосипеде, внедрять биологические технологии и так далее.

Есть два способа увеличить разумность поведения людей. Первый — воздействовать через кошелек. Отменить субсидии на горячую воду, газ, электричество — и через пять лет во всех квартирах будут стоять счетчики воды и газа, а в ваннах — головки-распыли-

тели, как на космических станциях, с расходом на одну помывку в несколько раз меньшим, чем сегодня. Но есть и второй путь, на что справедливо указывают авторы, — разъяснение. Вот пример из сегодняшней российской жизни. Час горения 60-ваттной лампы стоит сегодня шесть копеек, если лампа горит пять часов ежедневно — 10 рублей в месяц. В продаже есть люминесцентные лампы, вкручиваемые в обычный патрон, на Митинском рынке они стоят около 100 руб. Расходят они энергии при том же световом потоке в пять раз меньше. Срок окупаемости — год, а расходы на электричество вы уменьшите примерно вдвое. Но эту ситуацию гражданам никто не разъяснил, и очереди к прилавку не выстраиваются.

Из серьезных идей в книге рассмотрен проект (уже реализованный) автомобиля с гибридным двигателем — обычный бензиновый работает в постоянном режиме и заряжает аккумулятор, а тот крутит четыре электромотора, по штуке в колесе. Расход бензина уменьшается в несколько раз, вредные выбросы — тоже.

Другой интересный вопрос — вообще переход от продажи оборудования и материалов к их прокату, к продаже услуг. Мы недавно писали о «прокате» мощных лазерных установок. Можно сдавать напрокат растворители — с возвратом и централизо-



МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Проводник из опилок

Российские ученые из Института высокомолекулярных соединений РАН (Санкт-Петербург) вместе со своими чешскими коллегами получили новый электропроводящий материал из полианилина и опилок.

Обычно полимерные электропроводящие материалы используют для создания электронагревательных приборов, проводящих клеев и покрытий, которые экранируют излучения. Но при введении проводящего наполнителя, например металлов, механические свойства полимера становятся хуже, а со временем и сам композит «старееет» — проводимость снижается, поскольку наполнитель окисляется или отделяется от полимера.

Сейчас все надежды возлагаются на полимеры, которые обладают собственной проводимостью. К их числу относится полианилин. Он устойчив к воздействию окружающей среды, недорог, и его легко получить. Но у него более чем скромная механическая прочность.

Ученые из Санкт-Петербурга создали материал на основе полианилина и древесных опилок, который сочетает в себе все достоинства полианилина с отличной прочностью. Чтобы приготовить такой композит, казалось бы, достаточно просто смешать опилки с расплавленным полимером. Но на самом деле по такой схеме ничего не получится: полианилин разрушается при плавлении. Поэтому ученые попробовали добавлять опилки в полимер прямо во время синтеза, и попали в десятку: молекулы полианилина прочно закреплялись в порах дерева, не теряя при этом своих

свойств. Так получился новый электропроводящий композит.

В принципе для электропроводящих материалов достаточно небольшой удельной проводимости, однако у нового композита из опилок она на 4–5 порядков выше минимальной. Кроме этого он довольно хорошо переносит жару, до 240 градусов он не подведет, а вот при более высокой температуре свою электрическую проводимость уже теряет.



Физиология

Еще раз о «моржах»

Чувство эйфории после купания в холодной воде знакомо, наверное, всем «моржам». Стоит такой экстремал на снегу после ледяной купели на морозном воздухе, от тела валит пар, а на лице — блаженство. Что происходит с человеком, который только что подвергнул себя подобному испытанию? Он мгновенно молодеет — такой ответ получили генетики Харьковского национального университета, которые исследовали группу «моржей» со стажем с помощью так называемого цитобиофизического метода.

Этот экспресс-метод дает возможность оперативно отслеживать, как изменяется состояние организма человека до и после пребывания в холодной воде. В его основе лежат исследования, которые показали, что между физиологическим состоянием человека и электрическим зарядом ядер клеток его организма существует определенная зависимость. И чем старше человек, чем хуже он себя чувствует, тем меньший процент его клеток несет отрицательный заряд.

Для исследования берутся верхний слой живых клеток слизистой щеки, так называемый буккальный эпителий. (Чтобы получить эти клетки, достаточно про-

вести шпателем по внутренней стороне щеки). Если поместить клетки в камеру для электрофореза, часть ядер под воздействием электромагнитного поля приходит в движение. В границах клеточных мембран они начинают смещаться к плюсу, поскольку несут отрицательный заряд. Теперь нужно подсчитать процентное содержание этих активных клеток и найти соответствующий показатель на среднестатистической кривой.

Однако помимо бременности возраста существует немало других факторов, которые отрицательно влияют на состояние организма. Это переутомление, болезни, алкоголь, курение, стресс, воздействие больших доз радиации. Они снижают количество заряженных клеток, ускоряют темп старения и тем самым повышают условный биологический возраст человека. Но есть факторы, которые оказывают противоположный — омолаживающий эффект, например отпуск у моря или активный отдых. К

этому же ряду относится и моржевание.

Харьковские генетики обследовали группу «моржей» со стажем, мужчин и женщин разного возраста. Оказалось, что после воздействия ледяной воды электрический потенциал клеточных ядер резко повышается, давая картину мгновенного омоложения организма на несколько лет. Причем величина заряда опускается до естественного возрастного уровня достаточно медленно, а у многих моржей эффект омоложения в той или иной мере сохраняется надолго.

По мнению харьковских специалистов, эффект от моржевания аналогичен действию японской «антисауны», с помощью которой не только лечат, но и поддерживают высокий тонус организма в целях профилактики. Это морозильная камера с температурой воздуха -120°C . Обнаженный человек заходит сначала на несколько секунд в предбанник, где температура воздуха равняется всего -26°C , а потом на одну — три минуты в морозилку и вновь в предбанник. Серия легких гимнастических упражнений — и оздоровительный сеанс окончен.

Такой воздушный холодовой удар в антисауне эквивалентен оздоровительным нагрузкам, которые человек получает, купаясь в проруби, поскольку теплопроводность воды почти в три раза больше, чем у воздуха. По субъективным ощущениям воздух с температурой -120°C аналогичен ледяной воде. Единственная разница — наши «моржи» оздоравливаются совершенно бесплатно.



ВНИМАНИЕ, КОНКУРС

Блюменфельд Л.А. Проблема индивидуального сознания. № 12, с. 24

Душа по определению № 9, с. 5

Суворов А.В. Так что же такое душа? № 11, с. 22

Что такое душа? № 9, с. 4

ИНФОРМНАУКА

Акупунктурная диагностика. № 9, с. 11

Альтруизм как закон природы. № 1, с. 4

Анализ воды в потоке. № 4, с. 4

Арктика — холодильник и заповедник одновременно. № 3, с. 4

Атмосфере измерили температуру. № 10, с. 5

Африканский прадедушка русского, китайца и индейца. № 10, с. 4

Бессмертные мыши: компьютер против карпа. № 4, с. 7

Бесхвостые кошки оказались зайцами. № 4, с. 37

Божьи коровки чернеют от жизни в городе. № 7–8, с. 8

В России не умеют обращаться с мусором. № 1, с. 6

В чем смысл жизни? № 2, с. 7

Вакцина, которую надо жевать. № 4, с. 6

Ветряки для дачи. № 1, с. 4

Вирус герпеса в сперматозоидах — причина бесплодия? № 12, с. 6

Вперед — к управляемому термояду. № 9, с. 6

Генов старения нет, но есть программа. № 9, с. 7

Геном вынуждает хвататься за сигарету. № 11, с. 7

Гибрид колготок и спиннинга. № 3, с. 5

Градусник для плазмы. № 10, с. 6

Диагноз по скорости рефлекса. № 9, с. 10

Донор и реципиент обмениваются генами? № 5, с. 4

Еще раз о «моржах». № 12, с. 66

Жизнеспособность ткани оценивают по спектру. № 12, с. 5

Законопослушные вулканы. № 10, с. 4

Зародышей губит среда. № 11, с. 6

Зеленый чай лучше красного вина. № 3, с. 6

Землю и Луну свяжет кабель из нанотрубок. № 12, с. 4

Золотой трилистник. № 6, с. 5

Измерим вязкость кетчупа. № 7–8, с. 6

Интеллектуальная пыль. № 6, с. 4

Как долго сохраняется днк в музейных коллекциях? № 1, с. 5

Как засечь акулу возле пляжа. № 4, с. 4

Как киту выжить рядом с нефтяником. № 3, с. 6

Как разглядеть снайпера. № 9, с. 9

Каспийские цунами. № 9, с. 7

Клетка с клеткой говорит... № 10, с. 7

Климат России: оценка специалистов. № 11, с. 4

Книга лучше интернета. № 7–8, с. 8

Космос-чистюля. № 2, с. 4

Липиды как зеркало эволюции. № 5, с. 5

Мамонт скорее жив, чем мертв? № 2, с. 52

Морские ежи — стимулятор либидо. № 10, с. 49

Мухи теряют память при нагревании. № 5, с. 5

Невозможность иметь детей — благо? № 6, с. 7

Необычайно чистые кварциты. № 7–8, с. 4

Объявлено об открытии 113-го и 115-го элементов. № 11, с. 4

Опасные вирусы живут в моллюсках. № 11, с. 66

Оплодотворение с приключениями. № 11, с. 6

Охота на астероиды. № 3, с. 4

Панельные дома по-новому. № 3, с. 5

Пение женской груди. № 11, с. 5

Пластичный бетон. № 12, с. 5

Полет побуждает к сексуальным победам. № 9, с. 8

Пора готовиться к встрече с белыми медведями. № 2, с. 5

Портрет жидкости. № 2, с. 5

Портрет завистника. № 10, с. 49

Почему вирус гриппа разжижает кровь. № 6, с. 6

Проводник из опилок. № 12, с. 66

«Птички-невелички» в космосе. № 5, с. 4

Радионуклиды в стеклянной клетке. № 7–8, с. 5

Разумный конструктор. № 6, с. 4

Растения-экстремалы. № 4, с. 37

Робот-пожарный «тайга». № 9, с. 9

Самая русская канарейка года. № 1, с. 7

Сверхлегкий пенобетон. № 9, с. 9

СВЧ для стерилизации животных. № 5, с. 7

Сигнальное поле млекопитающих. № 12, с. 7

Синдром выгорания у учителей. № 3, с. 7

Сперматозоидам нужен рибофлавин. № 6, с. 7

Супермолекулярные комплексы в крови диабетиков. № 1, с. 6

Тараканы как пример для подражания. № 7–8, с. 7

Трансгенная осина. № 6, с. 5

Трепанация черепа — знак отличия. № 5, с. 7

Трикотаж из металла. № 7–8, с. 5

У атеросклероза много возбудителей. № 7–8, с. 6

Угроза прионных инфекций остается. № 4, с. 5

Ультразвук вместо уровнемера. № 11, с. 5

Ультразвук разглядел сосуды мозга. № 12, с. 6

Управлять сельским хозяйством из космоса. № 7–8, с. 4

Уран — отдельно, плутоний — отдельно. № 9, с. 6

Формула помойки. № 10, с. 7

Фуллерены восстанавливают память. № 2, с. 4

Фуллерены дают жизнь алмазам. № 10, с. 6

Хламидии провоцируют атеросклероз. № 4, с. 6

Целебная жидкость ожоговых пузырей. № 6, с. 6

Чайный гриб чаю не пьет. № 2, с. 6

Чем полезен крепкий бульон? № 2, с. 6

Что ждет ледники. № 12, с. 4

Что рассказали птицы о глобальном потеплении. № 5, с. 6

Что творится в мозгу сексуального маньяка. № 9, с. 8

Я б хотел забыться и заснуть. № 9, с. 10

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ. ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ВЫЖИВАНИЯ НАУКИ

Анофелес С. Американская химия. № 6, с. 8

Багоцкий С.В. Они не наследуются, и почему. № 4, с. 26

Бадылевич Л.В. Фандрайзинг, или Как найти грант. № 4, с. 55

Благутина В. Сверххимия. № 3, с. 8

Булахтина Е.А. Нейротрансплантация: как это делается. № 2, с. 38

Бутовская М.Л. Стратегии сексуального поведения у человека. № 7–8, с. 22

Вельков В.В. Не надо ломать деревянные копыя об алмазную твердь центральной догмы! № 2, с. 29

Венжик Ю.В. Мутанты-невидимки. № 6, с. 40

Верховский Л. Пьеса для механического пианино. № 2, с. 28

Вилор Н.В. Невидимое сияние Земли. № 5, с. 40

Гавриш О.Г. А.Г.Гурвич: подлинная история биологического поля. № 5, с. 32

Животовский Л.А. Ламарк был прав. № 4, с. 22

Зиганшин А.У. АТФ: новая роль для старого знакомого. № 12, с. 18

Кизильштейн Л.Я. Как возникают окаменелости. № 3, с. 30

Клещенко Е. Защита крови. № 10, с. 11

Котина Е. Дозиметрия без дозиметра. № 12, с. 30

Крылов В.Н. Люди, бактерии, фаги: тонкости совместной жизни. № 1, с. 30

Латова Н.В., Латов Ю.В. Менделеев для этнологов. № 6, с. 26

Лешина В. Гироскоп в колоне. № 5, с. 14

Мышкин Н.К., Петроковец М.И. С ним — трудно, без него — вдвойне. № 9, с. 28

Намер Л. За что дали «Глобальную энергию». № 10, с. 8

О природе гидридов благородных газов. № 7–8, с. 15



Полищук А.М. В действительности все не так, как на самом деле. № 6, с. 44

Романов А.Н. Радиовзгляд с высоты. № 6, с. 34

Сайфуллин Р.С., Сайфуллин А.Р. Новая таблица Менделеева. № 12, с. 14

Тиффри Д. Сорок лет центральной догмы. № 2, с. 26

Устынюк Ю.А. Химия и химическое образование: смена методов и поколений. № 12, с. 8

Федонкин М.А. Геохимический голод и становление царств. № 6, с. 12

Фельдман В.И. Химия инертных газов. № 7–8, с. 10

Шенкман Б.С. О толстых и тонких мышцах. № 2, с. 41

Шиндавина Н.И. Наряды радужной форели. № 7–8, с. 64

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Вельков В.В. Да неужто любовь прибавляет ума? № 4, с. 30

Котина Е. О биологии равноправия, или За прекрасных бабушек! № 3, с. 58

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА. ЗДОРОВЬЕ. ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Афонькин С.Ю. Молекулы и гены облысения. № 9, с. 33

Гусев Ю.А. Полимеры для зеницы ока. № 6, с. 24

Москалев Е.В. Будь здоров, читатель, или Как работают лекарства. № 5, с. 42

Прозоровский В.Б. Остеопороз. № 11, с. 48; Современный наркоз. № 4, с. 38

Рачковский М. Осветление хрусталика. № 9, с. 15

Травин А.А. Вопросы крови: история с географией. № 1, с. 36

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Комаров С.М. Полиэлектролиты на службе мира и на тропе войны. № 5, с. 8

Мордкович В.З. Удар светом, или О некоторых необычных способностях лазерного импульса. № 2, с. 8

Фащук Д.Я. Трагедии на «Божьей дороге». № 3, с. 22

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Закгейм А.Ю. Нужна ли вера ученому? № 11, с. 20

Злоказов В.Б. Вера и Знание. № 1, с. 27

Махров А.А. Что думают биологи о виде. № 1, с. 18

Попов В.П., Крайнюченко И.В. Феномен информации. № 2, с. 18

Сироткин О.С. Химия на своем месте. № 5, с. 26

Скерри Э. Философия химии. № 10, с. 22

Ушаков Р.В. Так ли все плохо? № 1, с. 28

Финкельштейн В.Е. Что мы измеряем, когда мы измеряем? № 2, с. 16

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ. ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОВ

Тартаковский А. «Маркони»: как работают лидеры «хай-тека». № 2, с. 19

Янковский Н.К. Генетический супермаркет: проблема выбора. № 7–8, с. 16

ПОРТРЕТЫ. ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ. ИСТОРИЯ НАУКИ. СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Благутина В. Судьба одного лекарства. № 2, с. 24

Глушнев С. Узник — создатель плазмохимии. № 3, с. 36

Жданов Р.И., Жданов А.Р. 75 лет назад в Казани... № 9, с. 46

Загайнов В.А. Аэрозоли вокруг нас. № 7–8, с. 48

Клуг А. Глобулист Макс Перуц. № 11, с. 28

Кожевников М.В. Картинки из прошлого. № 2, с. 58

Мартин А. Перспективы микроанализа. № 2, с. 32

Махров А.А. Рукотворные виды. № 9, с. 37

Медников Б.М. Введение в вурдалакологию. № 9, с. 50

Медникова М.Б. «В принципе меня можно назвать счастливым». № 9, с. 48

Московцев Н.Г., Шевченко С.М. За морем житье не худо № 7–8, с. 43

Служебный фольклор. № 7–8, с. 78

Таунс Ч.Х. Лазеры. № 9, с. 23

Шварцбург А.Б. «Книжки умные любить...» № 11, с. 64; Пятна на Солнце, или Из Нью-Йорка с пониманием. № 7–8, с. 38

ФОТОИНФОРМАЦИЯ. ИНТЕРВЬЮ. НАБЛЮДЕНИЯ

Артамонова В. Что приключилось с рябиной? № 7–8, с. 71

Благутина В. Алмазиты. № 11, с. 12

Богомолов М.А. Экскурсия в замок Снежной Королевы. № 3, с. 46

Вехов Н.В. Что растет в Хибинах? № 5, с. 56

Голубев В.И., Голубев Н.В. Капсула — средство выжить. № 11, с. 14

Голубев В.И., Голубева Е.В. Дрожжи атакуют. № 1, с. 35

Киселева Е.В., Семакова К.Н. Тайны внутриклеточного зодчества. № 10, с. 14

Комаров С. Урановые кольца. Вид с Паранала. № 4, с. 63

Литвинов М. Подсвеченные гены. № 9, с. 20

Парафонова В.А. Теоретик всего. № 11, с. 8

Переладов В.Т. Кедровый стланник — свидетель потепления. № 7–8, с. 70

Фащук Д.Я. Живая порода. № 12, с. 40

ГИПОТЕЗЫ. ДИСКУССИИ. АРХИВ

Александров Е.Б. Проблемы экспансии лженауки. № 1, с. 22

Котина Е. Как правильно писать о неправильной науке. № 7–8, с. 36

Медников Б.М. Происхождение жизни и языка. № 11, с. 32

Торчигин В.П., Торчигин А.В. Шаровая молния — концентрат света. № 1, с. 12

Фейнман Р. Ты Шнифер и я Шнифер. № 6, с. 52

ТЕХНОЛОГИИ

Благутина В. Очистка светом. № 9, с. 12

Водород как топливо. № 4, с. 10

Лагутин Б. Водородный автомобиль. № 4, с. 8

Максименко О. Новости РХТУ: скальпель, стена и удивительные краски. № 5, с. 18

Процесс пошел. № 4, с. 13

Розовский А.Я. Другой взгляд на проблему. № 4, с. 11

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Благутина В. Борьба с гололедом. № 2, с. 21

Вылет задерживается... № 2, с. 23

Если углубиться в процесс. № 7–8, с. 55

Из чего сделаны современные российские монеты? № 7–8, с. 62

Леенсон И.А. Выбор батареи. № 10, с. 38; Новые европейские монеты. № 7–8, с. 56; Стекло не текло? № 12, с. 34

Москалев Е.В. Ризин в руках террористов и врачей. № 3, с. 18

Намер Л. Около стекла. № 12, с. 37; Полупроводник с изменяемой геометрией крыла. № 11, с. 26

Новгородова М.И. Фараон и его золото. № 3, с. 40

Путь кислоты. № 10, с. 34

Рындина О. Ткань будущего: ингредиенты известны. № 5, с. 22

Садовский А.С. Индиго нестареющий и невыцветающий. № 4, с. 16; Масла перестройки. № 10, с. 30

Скундин А.М. «Меньше, чем маленький» № 7–8, с. 51

Шепелев Г.В. Лазер и экономика. № 6, с. 22

ЭЛЕМЕНТ № КАК ЭТО УСТРОЕНО?

Благутина В.В. погоне за металлическим водородом. № 1, с. 8

Намер Л. Загадка над головой. № 1, с. 47

Шеклеин А.В., Ашкинази Л.А. Волны технического прогресса. № 10, с. 35

Элемент номер «–1». № 1, с. 11

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ. РАДОСТИ ЖИЗНИ

Воронина Л.Н. КЕО — письма в будущее. № 6, с. 48



Зеленская Л.А. Острова на восходе. № 11, с. 36

Клещенко Е. Биохимический комментарий. № 11, с. 54

Леенсон И.А. Сжигание жира с калькулятором в руках. № 11, с. 51

Логинов С. Споры о вкусе устриц. № 9, с. 56

Меладзе Ген. Темно-синие стихи. № 4, с. 51

Меренков В.Г. Хеномелес — клубника для ленивых. № 9, с. 54

Сапожникова Г.П. Генеральная уборка. № 11, с. 40

Супруненко Ю.П. Жестокая игра: в наручниках подо льдом. № 11, с. 67

Толченова Е. Обед — лягушка, фаршированная витаминами. № 2, с. 50; Сюрприз с желтым пузиком. № 10, с. 54

ЖЕРТВА НАУКИ

Ашкинази Л. Человек — жертва социологии. № 12, с. 54

Котина Е. Часть в роли целого. № 10, с. 68

Резник Н. Белая и пушистая. № 2, с. 68; Данио — новая звезда. № 6, с. 68; Заместитель человека. № 5, с. 60; Кариатида. № 1, с. 72; Объект, который всегда с тобой. № 7–8, с. 76; Познающий себя. № 9, с. 68; Рогатая жертва бактериологов. № 3, с. 72; Упрощенная модель мозга. № 4, с. 72

РАССЛЕДОВАНИЕ

Батарцев М. Ересь XXI века? № 7–8, с. 34; Электронно-импульсная бомба. № 6, с. 31

Гонтарева Г.А. Снова Фестский диск, или Гадание о гадании. № 10, с. 50

Духанина М. Королева-девушка: история иллюзий. № 3, с. 50

Жвирблис В. Паштет из гусиной печени. № 7–8, с. 32

Комаров С.М. Про камни небесные — 2. № 6, с. 18

Леенсон И.А. Кристаллы электрума. № 4, с. 46

Травин А.А. Дело в трубе. В фаллопиевой. № 10, с. 24; Кого нам благодарить — земноводных? № 11, с. 18

Черносвитов П.Ю. Долгая жизнь Минотавра. № 10, с. 46

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ? УЧЕННЫЕ ДОСУГИ

Анофелес С. Змеевик из Мякинской поймы. № 10, с. 26

Ашкинази Л., Клещенко Е. Зачем нам мозги. № 12, с. 27

Ашкинази Л.А. Три взгляда на часы. № 2, с. 54

Иванова-Казас О.М. Страна Мифландия, или Полимеризация органов у Mythozoa. № 7–8, с. 72

Комаров С. След матери скифов. № 10, с. 27

Чернов Р.В. Игра чисел или температурный порог жизни? № 5, с. 30

КНИГИ. ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

Верховский Л.И. Физика частиц: от лоскутного одеяла к гобелену. № 12, с. 48

Каховский Л. А король-то умный! № 4, с. 20; Восстановленное очарование мира. № 2, с. 48; Путь наверх. № 7–8, с. 80; Теоретическая биология: научные мечтания. № 6, с. 58

Литвинов М. Инструменты для технологии жизни. № 5, с. 58

Милановский Е.Е. Месторождения алмазов Якутии уникальны. № 10, с. 21

Панов Е.Н. Бегство от одиночества. № 4, с. 34; № 5, с. 48; № 6, с. 36

Спивак М. Пантеон российских мозгов. № 1, с. 41

Стрельникова Л. Чего хотят химики. № 1, с. 54

Федоров П.П. Атлас наук. № 10, с. 66

Хатуль Л. Естественный капитализм. № 12, с. 65

Хачоян А.В. Минималистское описание минималистской технологии. № 3, с. 14; № 1, с. 58

Эйнштейн А. Физика, философия и научный прогресс. № 10, с. 18

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ. НАУЧНЫЙ КОММЕНТАРИЙ

Каменский А.А. Вдыхая ароматы. № 4, с. 49

Квадрат П. Об упадке котловедения. № 3, с. 61

Киселева А.В. Сердце чует запахи. № 4, с. 48

Леенсон И.А. В чем растворяется золото? № 7–8, с. 63

ФАНТАСТИКА. ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Белаш Л. и А. Станция Финистер. № 4, с. 64

Булычев Кир. Ксения без головы. № 9, с. 62; № 10, с. 58

Варденга Г. «Чтоб поверила целая нация, важны мимика и интонация». № 12, с. 52

Власов Г. Проект «Разум». № 12, с. 60

Гугнин В. Западня. № 7–8, с. 86

Ким Ю. «Настало время, пробил час». № 7–8, с. 92

Клещенко Е. Еще о квартирном вопросе. № 5, с. 64

Кликин М. Осколки. № 1, с. 64

Николаев А., Чекомаев С. Реликт. № 11, с. 58

Овчинников О. Слепой бог с десятью пальцами. № 2, с. 60

Ситников К. Трость. № 6, с. 62

Чекмарев С. Девятое марта. № 3, с. 62

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Дирин Д.А. Довезет ли извозчик до Киева? № 3, с. 42

Кантор Б.З. Двойники в мире кристаллов. № 1, с. 48; Автор остается инкогнито. № 5, с. 52; Причуды изоморфизма. № 9, с. 42

Леенсон И.А. Чему равно 22,4? № 2, с. 44; Алюминий в бензобаке. № 2, с. 46; Огниво с платиной. № 4, с. 45; Химик находит выход. № 9, с. 45; Несостоявшееся открытие, которое в конце концов состоялось. № 11, с. 47; Откуда твое имя? № 5, с. 54; № 10, с. 42; № 11, с. 44; № 12, с. 44

Менделеева Е.А. Химия и как ей учить. № 4, с. 42

Намер Л. Индейка и теплопроводность. № 2, с. 45

Паравян Н.А. Шоколад из морковки. № 10, с. 44

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Егорова М. Крем, просроченный на две тысячи лет. № 10, с. 71; Матери девочек недоедают. № 9, с. 71; Егорова М. Память просыпается во сне. № 12, с. 71; Птиц и покупателей легко обмануть. № 7–8, с. 94

Ефремкин А. Дорожные знаки мышей. № 7–8, с. 95; Леденящие звуки. № 2, с. 70; Спать нужно больше! № 5, с. 71; Умные бамперы. № 11, с. 71

Комаров С. Суеверия подданных британской короны. № 5, с. 70

Рындина О. Дроть надо реже. № 3, с. 71; Как бороться с застольем. № 1, с. 71; Новое

терракотовое войско. № 4, с. 71

Сутоцкая Е. Алкоголь — защита от инфаркта № 3, с. 70; Вино обретает вкус на словах. № 1, с. 70; Душевная боль — реальность. № 12, с. 70; Лучшее мало вредного, чем много полезного. № 11, с. 70; Настройщик больше не нужен. № 2, с. 71; Пассивное курение безвредно? № 9, с. 70; Слоны умеют бегать. Но не любят. № 6, с. 70; Чуткие люди зевают «за компанию». № 10, с. 70

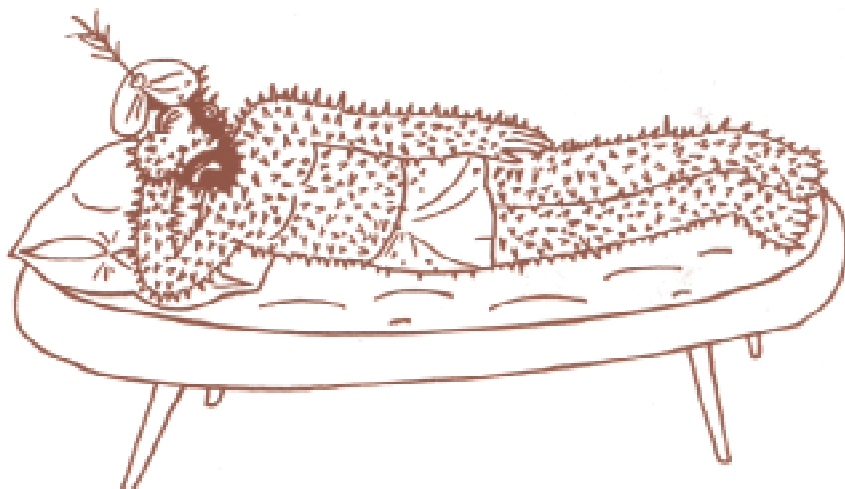
Тельпуховская О. Сильные землетрясения — самые безопасные № 6, с. 71

Хоботовский И.Я. Мамонты погибли от насморка № 4, с. 70



Отдельные номера «Химии и жизни» всегда можно приобрести в редакции журнала, а также в некоторых магазинах (адреса см. на www.hij.ru)

Статьи, опубликованные в 2003 году



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Память просыпается во сне

Сотрудники Университета Чикаго доказали, что во время сна человек восстанавливает те знания, которые получил днем. Кимберли Фенн, Говард Нусбаум и Дэниэл Марголиаш утверждают, что сон не только закрепляет воспоминания, но защищает их и восполняет утраченную информацию. Идея исследования возникла, когда Марголиаш рассказал коллегам о том, что птицам снится, как они поют, это помогает им освоить навык пения. Решено было провести эксперимент со студентами колледжа, которые должны были разобрать слова, произносимые синтезатором речи, что очень непросто.

Сначала определили, в какой мере каждый испытуемый способен распознавать слова. Затем провели с ними тренировку и вновь протестировали, чтобы понять, насколько она была эффективна. Молодые люди слышали каждое слово только один раз, так что они сами овладевали системой звуков, производимых синтезатором. По словам Нусбаума, это напоминало попытку понять человека, говорящего с иностранным акцентом.

Участников эксперимента разбили на три группы. Лучше всего с заданием справились те, кто прошел повторное тестирование через час после тренировки, — их результаты улучшились на 33%. На 19% — у тех, кто тренировался вечером и повторно тестировался утром следующего дня. Хуже всего дела шли у тех, кто тренировался утром, а тестирование проходил вечером того же дня (10%). Но если их тестировали утром следующего дня, результаты были такими же, как у студентов из второй группы (по сообщению агентства «EurekAlert!» от 08 октября 2003 г.)

Итоги исследования удивили самих авторов работы, особенно тот факт, что, забыв за день почти все, чему их учили, за время сна испытуемые смогли восстановить полученные знания. Вероятно, когда их тестировали вечером того же дня, результативность снижалась из-за воздействия внешних факторов — они слышали другую речь, думали о чем-то постороннем. Ночью головной мозг усилил важные ассоциации и ослабил все остальные. Во время сна забытая информация восстановилась.

М.Егорова

Пишут, что...



...возможно, идеальный выход из сложившейся в российской науке ситуации — регулярные командировки за рубеж, дающие и средства на жизнь, и возможность поработать на современном оборудовании («Науковедение», 2003, № 2, с.136)...

...российские химики разработали способ проводить химические реакции в режиме пленочного кипения («Химическая физика», 2003, № 7, с.18)...

...фуллереновые пленки могут быть использованы для создания двумерных фотонных кристаллов («Письма в ЖТФ», 2003, т.29, вып.14, с.8)...

...комплексное использование средств химизации повышает урожайность озимой ржи в среднем с 17,8 ц/га до 33,8 ц/га, а ячменя — с 18,9 до 34,3 («Агрехимия», 2003, № 7, с.30)...

...академик А.Л.Бучаченко считает, что механизмы ферментативных реакций еще плохо понятны («Журнал физической химии», 2003, № 8, с.1451)...

...американские физики охладили облако из 2500 атомов натрия до рекордно низкой температуры — 0,5·10⁻⁹К («Science», 2003, т.301, с.1513)...

...согласно оценкам, метеорит диаметром более 220 м достигает земной поверхности примерно один раз за 170 тыс. лет («Nature», 2003, т.424, с.288)...

...за время эксплуатации орбитальной станции «Мир» на ней были отмечены два случая появления дыма и один серьезный пожар («Известия Академии наук. Энергетика», 2003, № 4, с.22)...

...разработана компьютерная модель биологической эволюции в двух вариантах — со случайным (дарвиновским) и целенаправленным (недарвиновским) изменением свойств особей («Журнал общей биологии», 2003, № 4, с.328)...

...чувствительность детей к факторам внешней среды наиболее высока в возрасте от 2 до 3 лет, от 5 до 6 лет и от 12 до 15 лет («Вестник РАМН», 2003, № 8, с.6)...



...гаплоидный набор хромосом одного человека отличается от такого же набора другого человека в среднем по двум миллионам нуклеотидных позиций («Вестник РФФИ», 2003, № 2, с.58)...

...исходное неудовлетворительное состояние тканей донорского сердца — причина 15—20% смертей при операциях по пересадке этого органа («Доклады Академии наук», 2003, т.391, с.273)...

...в окружающей среде есть много микроорганизмов, для которых единственным источником углерода служит дизельное топливо («Биотехнология», 2003, № 4, с.83)...

...получены данные о том, что причиной старения мышей может быть пролиферация клеток глии в мозгу («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2003, № 9, с.325)...

...в Англии начинает выходить новый журнал «Physical Biology», и он будет доступен в интернете: physbio.iop.org («Physics World», 2003, № 8, с.45)...

...число аборт в России за последние три года снизилось на 10,8%, при этом в возрастной группе до 14 лет — на 14%, а 15—19 лет — на 5,6% («Здравоохранение Российской Федерации», 2003, № 3, с.5)...

...за период с 1996 по 2000 год доля российской науки в мировом информационном потоке в целом составила 3,57% (124 557 статей), по физике — 9,71%, по химии — 6,78%, по молекулярной биологии — 1,93% («Геофизический журнал», 2003, № 4, с.15)...

...сегодня многие физики и космологи пришли к выводу, что решение главных проблем их наук зависит от объяснения феномена жизни («Вопросы философии», 2003, № 9, с.43)...

...дискуссии — опиум для ученых («Российский химический журнал», 2003, № 2, с.81)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Душевная боль — реальность

Сотрудники Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе выяснили, что отдел головного мозга, который активируется при физической боли, реагирует и на социальное отторжение. Пренебрежительное отношение со стороны окружающих и исключение из общественной жизни ранит так же, как физическая боль, считают американские ученые.

Исследователи провели эксперимент, в котором нескольким добровольцам было предложено сыграть в компьютерную игру, заключающуюся в перебрасывании мячика между тремя игроками. Одним игроком был испытуемый, двумя другими управляла машина, но участникам эксперимента сказали, что за другими виртуальными игроками тоже «скрыты» люди. Поначалу все шло хорошо, мяч доставался каждому поочередно. Однако спустя некоторое время компьютерные персонажи полностью исключали человека из игры. Именно в этот момент регистрировалась активность области мозга, которая традиционно связывается с реакцией на физическую боль.

Это не было похоже на ответ мозга, связанный с разочарованием, — его зафиксировали в начале игры, когда добровольцы могли только наблюдать за тем, как другие участники перебрасывают мячик. По мнению авторов работы, одна и та же нервная «схема», вероятно, задействована в восприятии боли и социальной изоляции. А чувства, которые испытывали игроки, — всего лишь бледная копия тех, что обуревают людей и животных в ответ на внезапную утрату социальной опоры (по сообщению агентства «BBC News» от 10 октября 2003 года).

Таким образом, психологическая боль, особенно горе или полное одиночество, может «проводиться» по тем же нервным путям, что и физическая. И это вполне объяснимо с точки зрения борьбы за существование.

Е. Сутоцкая



С.В.КАЗЕЕВОЙ, Пермь: Сок, отжатый из лимонов, можно хранить: для этого его процеживают, заливают в бутылку, затем в горлышко бутылки наливают рафинированного масла; такой сок, конечно, в чай или компот уже не годится, зато хорош для приправы салатов или жаркого, и витамин С в нем не разрушается, поскольку нет тепловой обработки.

А.П.ОСЕЛЕДЦУ, Санкт-Петербург: Индивидуальные вещества с хвойным запахом, используемые в ароматических композициях, — это, например, борнил- и изоборнилацетаты; еловое эфирное масло, точно так же, как кедровое и пихтовое, имеет сложный состав.

Л.Д.СИНЕЗУБОВОЙ, Москва: Одолень-трава русских заговоров — это, как предполагают специалисты, кувшинка нимфея.

М.Б.ЛЕБЕДЕВУ, Вятка: Зеленый оттенок, характерный для горчичного масла (как и для некоторых других растительных масел), определяется присутствием в нем хлорофиллов А и В.

Т.П., Ростов: Тема уничтожения запаха кошачьих меток по-прежнему волнует наших читателей (если честно, и сотрудников журнала тоже); согласно новейшим экспериментальным данным, неплохо зарекомендовал себя стиральный порошок «Ариэль», видимо, за счет содержания в нем ферментов, разлагающих амины.

В.С.БОЧАРОВОЙ, Москва, и др.: Увы, с ценой на бумажный журнал, слишком высокой для многих читателей, пока ничего поделать не удастся, но мы работаем над этим не покладая рук.

Н.В.: Конечно, один автор может прислать и несколько различных определений души на конкурс, только не забудьте указать, какое из них верно.

Вниманию потенциальных авторов: публикация статьи Р.С. и А.Р.Сайфуллиных о короткой и длинной таблицах Периодической системы элементов не означает, что редакция сняла мораторий на материалы о круглой, спиральной, трехмерной и прочих оригинальных формах таблицы Менделеева.



Новые технологии в науке

Глобальный научный центр «InnoCentive» — единственная в мире компания, которая дает возможность любому химику проводить исследования для ведущих фирм, не уезжая из своей страны. Для этого центр «InnoCentive» использует интернет-технологии. На электронной странице www.innocentive.com известные компании (BASF, «Procter&Gamble», «Henkel», «Dow Chemical», «Rhodia», «Syngenta» и др.) публикуют научные задачи, в решении которых нуждаются их научно-исследовательские лаборатории, и объявляют размер премии, которую они готовы заплатить. Ученому в любой стране мира достаточно бесплатно зарегистрироваться на сайте — и можно начинать работать.

Компания «InnoCentive» начала активно сотрудничать с Россией два года назад. Чем привлекательно для нее российское сообщество химиков? На этот и другие вопросы нашего корреспондента ответил вице-президент по маркетингу компании «InnoCentive» Али Хуссейн во время конференции «Новые направления развития химии», которая проходила 19–20 ноября в Санкт-Петербурге при финансовой поддержке «InnoCentive».



С какими странами вы работаете наиболее успешно?

Центр «InnoCentive» начал работать в 2001 году в Америке, поэтому понятно, что более 30% ученых, работающих с нами, живут в США. Компания развивается очень быстро, и сегодня мы уже работаем более чем в 125 странах, а на сайте www.innocentive.com зарегистрировалось почти 35000 ученых. Я считаю, что на место лидера в научных исследованиях при такой форме работы могут претендовать три страны — Россия, Китай и Индия. Первое место по количеству ученых, участвующих в решении объявленных задач, пока занимает Китай (18% от общего количества ученых, работающих с нами), второе — Индия (10–12% ученых), а третье — Россия (9–10% ученых). Впрочем, это всего лишь цифры. У меня складывается такое впечатление, что именно ученые из России наиболее активны, изобретательны и продуктивны. Россияне подают очень много идей и предложений. Пока больше всего призов в США — из 39 премий почти половина была вручена американцам. Только пять россиян получили вознаграждение, но сотрудничество ведь только начинается!

И все-таки, как вы оцениваете потенциал российских ученых и чем они отличаются от своих коллег из других стран?

В Китае научное сообщество сегодня имеет гораздо больше возможностей заниматься наукой, чем в России, причем ресурсы на исследования выделяет правительство. В Индии в последние годы наука тоже развивается фантастически быстро. Всего 5 лет на-



На конференции «Новые направления в современной химии».
Справа-налево: Али Хуссейн — вице-президент по маркетингу
«InnoCentive», д-р Джилл А. Панетта — руководитель
научно-исследовательских разработок,
д-р Альфред Бингхэм — председатель совета директоров



зад был известен от силы десятка патентов на исследования, выполненные в Индии, а к сегодняшнему дню Индия уже запатентовала около 400 разработок.

Российские ученые сегодня в несколько иной ситуации: государство выделяет очень мало денег на исследования, оборудование устарело. В подобных условиях российские ученые просто вынуждены искать неординарные решения, требующие минимальных затрат. Российские химики очень изобретательны, как сейчас модно говорить — креативны.

У российской науки славная история и солидные традиции. Одна из самых сильных сторон российских ученых — широкая база знаний. Вторая — это искренность людей. Мы участвовали пока лишь в нескольких конференциях, и за короткое время у нас сложились не только официальные, но и дружеские отношения со многими российскими учеными. Третья — это потенциал ваших студентов, мы с удоволь-

ствием работаем с этой молодой аудиторией.

Главная сложность — донести как можно большему числу ученых информацию о проекте «InnoCentive» и широких возможностях, которые он предоставляет. Россия — огромная страна, где первоклассные ученые работают не только в Москве и Санкт-Петербурге, но и в Ростове, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Иркутске, Волгограде. Добраться во все эти города бывает непросто. Поэтому наша компания с большой радостью участвовала в XVII Менделеевском съезде в Казани, куда приехало много ученых из разных городов.

Есть ли у вас конкуренты в России?

Нет, ни в России, ни еще где-либо в мире. Ведущие фармацевтические фирмы тратят все больше средств на проведение исследований в своих исследовательских центрах. Это миллиарды долларов, но удельная отдача вложений постоянно снижается. Конечно, такой процесс не может продолжаться бесконечно, он приведет к коллапсу. Необходимость привлечь к решению задач как можно больше уче-

ных со всего мира — веление времени. Этим мы и занимаемся, и это совершенно новый подход, который стал возможен благодаря появлению Всемирной паутины. Фирмы публикуют на нашем сайте задачи, которые надо решить, и объявляют вознаграждение. Когда заканчивается срок подачи предложений — а их может прислать любой ученый, экспертный совет рассматривает их и, если задача решена, назначает премию победителю.

Есть ли какая-то проблема, решением которой ваша компания может гордиться?

Я уверен, главная заслуга компании в том, что она объединила ученых со всего мира. Что касается решения отдельных проблем, которые были опубликованы у нас на сайте, то, к сожалению, мы не знаем судьбу многих из них. После того как мы их передаем фирмам, это уже коммерческая тайна. Зачастую мы даже не знаем, о решении какой прикладной проблемы идет речь. На одной конференции я узнал забавную вещь: в решении некоторых медицинских проблем от постановки задачи до готового продукта требуется до 12000 шагов. В любом случае, сколько бы малую часть задачи не решал ученый, он наверняка вносит свой вклад в решение важной проблемы.

Закрытое акционерное общество Научно-производственная фирма "СЕРВЭК"

С 1990 года "СЕРВЭК" является одним из ведущих российских предприятий, занимающихся разработкой и производством экспресс-средств для измерения концентрации вредных и токсичных веществ



Наша продукция сертифицирована и включает в себя - индикаторные трубки, аспираторы, портативные приборы газового контроля, предназначенные для:

- санитарно-химического контроля воздуха рабочей зоны
- контроля промышленных выбросов в атмосферу
- контроля производственных и технологических процессов
- химической разведки, контроля СДЯВ
- анализа проб почвы, воды, воздуха в случаях чрезвычайных ситуаций при химических и экологических авариях
- химического контроля на взрывоопасных и пожароопасных объектах, геологической разведки.

Научно-производственная фирма "СЕРВЭК"
190020, С-Петербург, ул. Визажная, д. 17;
тел: (812) 186-54-96, 186-40-44, 252-76-63, 252-43-34;
факс: (812) 186-40-44, 186-54-96, 252-76-63.
E-mail: servec@wplus.net

ISSN 1727-5903

