



XXI век

Ж

5
2003
ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ







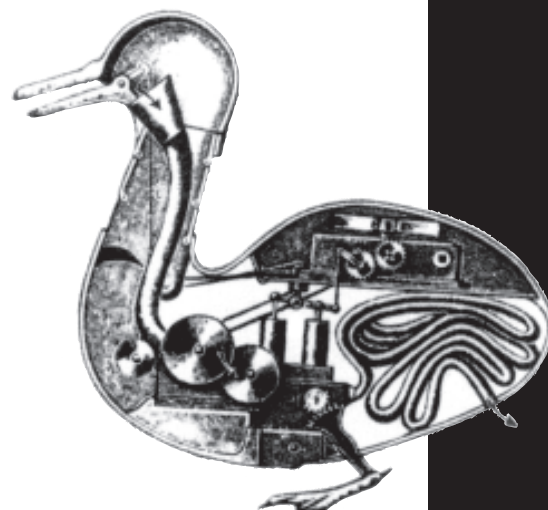
*Жизнь уходит так быстро,
как будто ей с нами
неинтересно.*

Геннадий Малкин



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н.Крацина
к статье «Невидимое сияние Земли»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Мирабелло ди Антонио Кавалори «Мытье стены».
Пыль летает повсюду, и мыть приходится
не только руки, но и стены. Однако пыль бывает
радиоактивной, и тогда это уже вопрос
не чистоты, а здоровья. Об этом читайте
в статье «Полиэлектролиты на службе мира
и на тропе войны»*





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 05.05.2003
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

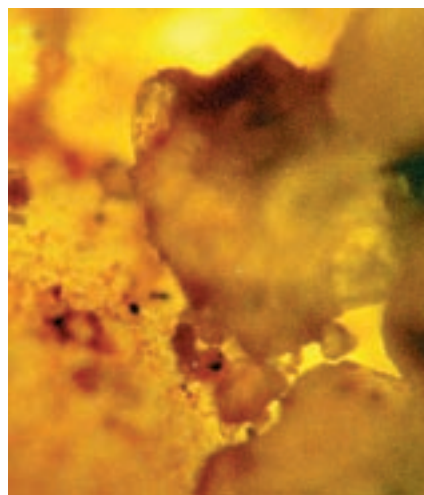
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться
 в агентствах:

«Роспечать» — каталог «Роспечать»,
 индексы 72231 и 72232
 (рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)
 «АРЗИ» — Объединенный каталог
 «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»



Химия и жизнь — XXI век

8

Что общего между
 «интеллектуальной» почвой
 и вакциной от гриппа «Гриппол»?
 То и другое содержит
 полиэлектролиты.

14

В строении человеческого тела еще
 много неизведанного, утверждают ученые,
 и не без оснований. Внутри приятной
 округлости, именуемой коленкой, они
 обнаружили самый сложный датчик,
 который нуждается
 в самом бережном отношении.



ИНФОРМНАУКА

«ПТИЧКИ-НЕВЕЛИЧКИ» В КОСМОСЕ	4
ДОНОР И РЕЦИПИЕНТ ОБМЕНИВАЮТСЯ ГЕНАМИ?	4
ЛИПИДЫ КАК ЗЕРКАЛО ЭВОЛЮЦИИ	5
МУХИ ТЕРЯЮТ ПАМЯТЬ ПРИ НАГРЕВАНИИ	5
ЧТО РАССКАЗАЛИ ПТИЦЫ О ГЛОБАЛЬНОМ ПОТЕПЛЕНИИ	6
СВЧ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЖИВОТНЫХ	7
ТРЕПАНАЦИЯ ЧЕРЕПА — ЗНАК ОТЛИЧИЯ	7

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

С.М.Комаров	
ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТЫ НА СЛУЖБЕ МИРА И НА ТРОПЕ ВОЙНЫ	8

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.Лешина	
ГИРОСКОП В КОЛЕНЕ	14

ТЕХНОЛОГИИ

О.Максименко	
НОВОСТИ РХТУ: СКАЛЬПЕЛЬ, СТЕНА И УДИВИТЕЛЬНЫЕ КРАСКИ	18

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

О.Рындина	
ТКАНЬ БУДУЩЕГО: ИНГРЕДИЕНТЫ ИЗВЕСТНЫ	22

РАЗМЫШЛЕНИЯ

О.С.Сироткин	
ХИМИЯ НА СВОЕМ МЕСТЕ	26

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Р.В.Чернов	
ИГРА ЧИСЕЛ ИЛИ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПОРОГ ЖИЗНИ?	30

22 Уже следующей зимой на рынке появится новая «умная» ткань «Вармтех», умеющая приспосабливаться к смене температуры.



72

Нас часто спрашивают, где можно купить обычные реактивы для химических опытов. Отвечаем: в компании «Реахим», где большой выбор и низкие цены.



В номере

4

ИНФОРМАУКА

О микроспутниках «Колибри» весом 10–20 кг и стерилизации домашних животных с помощью СВЧ.

18

ТЕХНОЛОГИИ

Керамический нож для хирурга, теплые стены из битого стекла, краска вместо термометра — все это придумали и разработали в РХТУ им. Д.И.Менделеева.

30

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Температурный порог жизни и средняя температура плавления органических веществ оказались рядом, вблизи 85°C.

32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Настоящая история идеи биологического поля: понятие о нем впервые ввел А.Г.Гурвич в начале XX века.

42

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

О том, какие изменения претерпевает лекарственная молекула от начала до конца своего пути в организме.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О.Г.Гавриш

А.Г.ГУРВИЧ: ПОДЛИННАЯ ИСТОРИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛЯ 32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Н.В.Вилор

НЕВИДИМОЕ СИЯНИЕ ЗЕМЛИ 40

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Е.В.Москалев

БУДЬ ЗДОРОВ, ЧИТАТЕЛЬ, ИЛИ КАК РАБОТАЮТ ЛЕКАРСТВА 42

КНИГИ

Е.Н.Панов

БЕГСТВО ОТ ОДИНОЧЕСТВА ЧАСТЬ 2 48

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Н.В.Вехов

ЧТО РАСТЕТ В ХИБИНАХ? 56

КНИГИ

М.Литвинов

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ЖИЗНИ 58

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ЧЕЛОВЕКА 60

ФАНТАСТИКА

Е.Клещенко

ЕЩЕ О КВАРТИРНОМ ВОПРОСЕ 64

НОВОСТИ НАУКИ 24 КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 38 ПИШУТ, ЧТО... 70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 52 ПЕРЕПИСКА 72



ГЕМАТОЛОГИЯ

Донор и реципиент обмениваются генами?

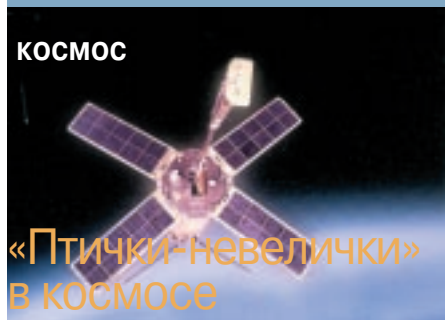
После пересадки костного мозга в крови пациента появляются «гибридные» эритроциты, несущие антигены и донора, и реципиента. Причину этого явления исследуют российские ученые из Гематологического научного центра (НИИ морфологии человека и Медико-генетического научного центра РАМН).

Подавляющее большинство клеток крови образуется в красном костном мозгу в результате деления стволовых кроветворных клеток. При некоторых заболеваниях красный костный мозг приходится пересаживать, и тогда в крови пациента появляются клетки, типичные для донора. Это естественно, поскольку новые стволовые клетки имеют генотип донора и производят соответствующие клетки крови. Так, от генотипа зависит набор примерно из 400 антигенов, расположенных на мембране эритроцитов. Этими антигенами определяются в том числе и группы крови человека, поэтому после трансплантации костного мозга группы крови и резус-фактор больного становятся такими же, как у донора. Но недавно ученые из Гематологического научного центра РАМН обнаружили у пациентов гибридные эритроциты: на их мембране находились антигены и реципиента, и донора. Объяснение этому могло быть только одно — стволовые кроветворные клетки участников трансплантации каким-то образом обменялись генетической информацией. Все события, происходящие в организме после трансплантации, имеют для пациентов и медиков первостепенное значение. Подключив к исследованию коллег из НИИ морфологии человека РАМН и Медико-генетического научного центра РАМН, ученые принялись за исследование «гибридизации» эритроцитов при трансплантации костного мозга.

Ученые наблюдали 26 больных миелолейкозами, которым пересадили костный мозг их братьев или сестер с одинаковой или разной группами крови и резус-фактором (ученые рассматривали группы крови системы ABO, которые мы чаще

КОСМОС

«Птички-невелички» в космосе



Исполнился год с того времени, как на орбиту запустили первый российско-австралийский микроспутник «Колибри-1». Он должен стать первым из пяти научно-образовательных микроспутников, которые планируется создать на его базе и вывести в космос до 2007 года в соответствии с российским научно-образовательным проектом «Космос — юности, юность — космосу».

Что такое объект весом в 10–20 килограммов в космосе? Даже не песчинка — молекула. Но именно такие птички-невелички с батареями в виде крылышек в будущем заселят околоземное пространство. И первая из них, российско-австралийский микроспутник «Колибри-1», уже совершила свой полет: 20 марта 2002 года микроспутник запустили с грузового корабля «Прогресс» после стыковки с МКС. «Колибри-1» совершил 117 витков вокруг Земли, 4 мая вошел в плотные слои атмосферы и закончил свое существование над Тихим океаном. Это первая ласточка российской программы научно-образовательных микроспутников.

Масса «Колибри-1» была всего 20,5 кг. Казалось бы, много ли можно взять на борт при таком жестком ограничении веса? Однако эта крошка сумела стать полноценным космическим аппаратом: на ней размещались солнечные батареи, антенны, система магнитно-гравитационной ориентации и стабилизации, приборный модуль и комплекс научной аппаратуры. Основные научные приборы на «Колибри-1» — магнитометр и анализатор частиц и полей, с помощью которых он измерял параметры магнитного поля Земли и солнечную активность. За время полета «Колибри» собрал много уникальной информации о состоянии ионосферы. Например, пролетая над территорией США и Австралией, он измерял величину магнитного поля Земли над ними и позволил оценить влияние, которое оказывает на магнитные свойства Земли техногенная деятельность человека. Собранные

«Колибри-1» материалы уже используют программы дополнительного образования школьников и студентов.

На первом микроспутнике специалисты отработали технические решения для того, чтобы в рамках программы до 2007 года запустить в космос еще четыре. Следующие спутники будут оснащены навигационным оборудованием GPS, цифровой камерой и, возможно, устройством для запуска субспутника массой до одного (!) килограмма. Одна из задач, которые перед ними поставлены, — дистанционное зондирование Земли: на основании его данных можно будет проводить экологический мониторинг, предупреждать об извержениях вулканов, тайфунах, землетрясениях, лесных пожарах, наблюдать за техногенными катастрофами и радиационной обстановкой. Ученые рассчитывают с их помощью узнать много нового о нашей планете и окружающем ее пространстве.

Кроме того, спутники смогут выявлять электромагнитное загрязнение ближнего космоса и космический мусор. В их задачи входит даже наблюдение из космоса за природными и культурными ценностями.

Но у микроспутников, которые недаром называются научно-образовательными, есть и другая миссия. Создатели рассматривают их как универсальное и недорогое «наглядное пособие» и стремятся к тому, чтобы информацию от них можно было получать буквально в любой школе. Все, что для этого нужно, — развернуть сеть школьных станций приема и обработки информации.

Традиционное мнение, что создание и запуск космических аппаратов — это очень дорого, уже устарело. Для решения научных и образовательных задач сегодня не требуется создавать спутники большой массы. Миниатюризация электроники сделала возможным появление легких, компактных и менее энергоемких космических аппаратов. Такие микроспутники значительно проще создавать и выводить на орбиту в виде попутных грузов.

Российскую Программу научно-образовательных микроспутников представляет некоммерческая межрегиональная общественная организация «Микроспутник», в которой работают квалифицированные ученые и инженеры из ведущих ракетно-космических организаций, а также принимают участие студенты и школьники. Сейчас они работают над следующим этапом программы, и в ближайшем будущем на орбите появится еще одна птичка-невеличка — «Колибри-2».



называем I, II, III и IV группами). В шестнадцати случаях из двадцати шести ученые обнаружили те или иные признаки «гибридизации» эритроцитов. Например, после пересадки костного мозга реципиенту A(II) группы от донора B(III) группы крови у пациента появились эритроциты группы AB(IV). Гибридные эритроциты могут возникать и в том случае, когда оба партнера по пересадке имеют одинаковые группы крови. В частности, при группе крови A0(II) до 40% эритроцитов после трансплантации не имели соответствующих антигенов, то есть принадлежали к 00(I) группе. Через три года после пересадки костного мозга число таких клеток снизилось до 10%. При разной резус-принадлежности донора и реципиента часть гибридных эритроцитов резус-положительна, а часть резус-отрицательна.

Ученые установили, что гибридные эритроциты появляются в то время, когда клетки костного мозга донора усиленно делятся, а клетки больного погибают. Чтобы понять, как при этом может происходить обмен генетической информацией, пришлось пожертвовать многими мышами, которым пересадили костный мозг. На препаратах, приготовленных из клеток мышинного костного мозга, ученые увидели не 40 хромосом, как положено, а 41–43, а в некоторых клетках даже 52 хромосомы. Ученые предполагают, что после пересадки некоторое количество клеток донора и реципиента сливаются, объединяют геномы, а затем постепенно выбрасывают большую часть лишних хромосом. Слияние может происходить, когда клетки-макрофаги, поедая погибающие клетки реципиента, переносят их остатки в другие ткани. Таким путем хромосомы умирающих клеток могут попасть и в активно делящиеся донорские клетки костного мозга. В момент клеточного деления оболочка ядра растворяется и хромосомы обеих клеток сливаются. Кроме того, пересаженные клетки костного мозга в период бурного деления и сами могут заглатывать клетки, которые они призваны заместить. Чтобы проверить эту гипотезу, необходимо продолжать эксперименты, а объект исследования — мыш — и методику работы с ними ученые уже подобрали.

БИОХИМИЯ

Липиды как зеркало эволюции

В лаборатории сравнительной нейробиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН за много лет собрали огромный фактический мате-



риал о строении липидов мозга позвоночных и беспозвоночных животных. Ученые пришли к выводу, что изменения условий окружающей среды или усложнение организации нервной системы сказываются на структуре липидов.

Мы со школьной скамьи усвоили, что эволюция есть выживание наиболее приспособленных. Глядя на животное, можно понять, для какой жизни оно родилось: если ноги длинные, значит, бегаёт, если на коротких лапах большие когти — лазает, если вместо ног лапы — плавает. Присутствует и общая черта, указывающая на единое происхождение этих животных: как бы ни различались конечности, их всегда четыре и «сконструированы» они по единому плану. Изучение сходства и различия в строении живых существ помогает постичь ход эволюции. Сейчас эволюционная теория опирается на данные многих научных дисциплин, в том числе генетики, молекулярной биологии и биохимии. Современные ученые, имея в своем распоряжении совершенные методы исследования, сравнивают не облик животных, а молекулы из разных организмов. И тоже находят как значительные различия, так и много общих черт.

Сравнительных исследований липидов вообще очень мало, а сравнений методом кластерного анализа до сих пор не делали вообще. Кластерный анализ в данном случае позволяет судить о степени эволюционного родства между разными видами, основываясь на количественных признаках молекулярной организации веществ. Петербургские ученые впервые исследовали этим методом структуру ганглиозидов — самых сложных по строению липидов мозга животных. Эти молекулы состоят из углеводной цепи и присоединенных к ней остатков жирных кислот. Кислотные остатки может быть около двадцати, длина цепи тоже может меняться, поэтому вариантов ганглиозидов очень много. Исследователи выделили эти соединения из мозга 24 видов рыб, земноводных и рептилий и сравнили строение их углеводной и жирнокислотной частей. В качестве количественных признаков они использовали содержание определенных ганглиозидов в мозгу каждого вида.

По признакам сходства углеводных цепей ганглиозидов мозга ученые постро-

ли дендрограмму, которая в значительной мере повторяет классическое эволюционное древо. На отдельных ветвях ден-

дрограммы разместились хрящевые рыбы, рыбы костистые, амфибии и пресмыкающиеся. По мнению исследователей, такие важные изменения образа жизни, как образование костного скелета, выход на сушу или формирование яйца, потребовали усложнения мозговых функций и, следовательно, изменения структуры липидов.

Но если сравнивать жирные кислоты тех же ганглиозидов, дендрограмма приобретает совершенно другой вид: различные рыбы, амфибии и рептилии перемешаны случайным на первый взгляд образом. Но в эволюции нет случайностей. Исходя из сравнения жирных кислот, все изученные виды можно разделить на три большие группы: 1) тропические рыбы и рептилии, 2) глубоководные и поверхностные рыбы и 3) холодноводные рыбы, в том числе эндемики озера Байкал. По-видимому, различия в составе жирных кислот ганглиозидов мозга позволяют животным приспособиться к определенной температуре обитания. Ведь при любой температуре клеточные мембраны мозга должны иметь вполне определенные свойства, которые обеспечивают характерный для этой температуры состав жирных кислот.

Великий французский палеонтолог Кювье мог, как говорят, воссоздать облик животного по одной кости. Может быть, в будущем ученым хватит для реконструкции маленького кусочка нервной ткани.

ФИЗИОЛОГИЯ

Мухи теряют память при нагревании

Вопрос о том, кто каким местом думает, не всегда означает оскорбление. И глупым его назвать нельзя. Ученые из Института физиологии им. И.П. Павлова РАН усиленно работают над этой проблемой при поддержке РФФИ и ГНТП «Приоритетные направления генетики».



Мышление, как известно, один из признаков существования, а качественно мыслить, не имея хорошей памяти, трудно. На память жалуются многие, и у многих она действительно очень плохая. Пожилым людям, которые страдают прогрессирующей потерей памяти (она развивается, в частности, при болезнях Альцгеймера, Хантингтона и Паркинсона), медики помочь не могут. Сложность заключается в том, что биохимические и морфологические изменения, сопровождающие эти болезни, можно исследовать только на посмертных образцах мозга пациентов, поэтому для познания механизмов нарушения памяти ученым приходится искать модельный объект. Выручает их дрозофи-

ла. По мнению сотрудников Института физиологии им. И.П.Павлова РАН, познание нейродегенеративных процессов, сопровождаемых прогрессивной потерей памяти, у дрозофилы облегчает понимание механизмов аналогичных заболеваний у человека и позволяет искать способы лечения. Ученым удалось найти структуры мозга и белки, ответственные за долговременную память дрозофилы.

Прогрессирующую потерю памяти часто связывают с нарушением правильной укладки определенных белков, за которую ответственны белки теплового шока. Исследователи выбрали мутантную линию дрозофилы, у которой нарушен синтез белков теплового шока при нагревании. Эти мутанты вообще очень чувствительны к нагреванию — если подержать личинок мух всего полчаса при повышенной температуре (37°C вместо 24°C), у них недоразвиваются некоторые структуры мозга, ответственные за поведение и обучение дрозофилы. Стратегия опытов достаточно проста: надо было нагреть взрослых мух и их личинок, фиксировать биохимические изменения и строение мозга и проверять память мутантов, сравнивая ее с памятью мух обычных.

Нет, не зря все-таки ученые столько лет изучают дрозофилу. Дрозофилы похожи на людей гораздо больше, чем мы думаем, — например, тем, что долго помнят обиды. Взять хотя бы тест с оплодотворенной самкой, поставленный петербургскими исследователями. Завидев самку, самец сразу устремляется к ней. Девственные самки благосклонно принимают этот порыв, а самки оплодотворенные испускают особый запах, который отпугивает самца и надолго отбивает у него охоту к амурным похождениям. Самцы обеих линий, и дикой, и мутантной, оказались способными к обучению. Через полчаса после контакта с оплодотворенной самкой они не стремились к общению с женским полом, то есть краткосрочная память у всех в порядке. Однако «нормальные» самцы даже после прогревания помнят о своей неудаче в течение трех часов, а вот мутантные мухи после теплового шока долговременную память теряют.

По мнению исследователей, нарушение памяти у мутантов происходит из-за нарушения синтеза и правильной укладки белков, в том числе участвующих в процессах формирования памяти. Дело могли бы поправить белки теплового шока, которым как раз после прогревания и положено контролировать состояние других белков, но их синтез у мутантов тоже нарушен. Память несчастных мух может страдать не только из-за биохимических нарушений, но также из-за структурных повреждений мозга. Потерей памяти страдают личинки, пережившие нагревание в тот период развития, когда у них формируется грибовидное тело — отдел мозга насекомых, необхо-

димый для обучения разным запахам (а мы помним, что именно запахом отпугивает навязчивых самцов оплодотворенная самка). Узнав все это, ученые надеются узнать еще больше и уяснить, какие же структурно-функциональные изменения параметров работы мозга дрозофилы характерны для нейродегенеративных заболеваний человека.



ЭКОЛОГИЯ

Что рассказали птицы о глобальном потеплении

В том, что климат нашей планеты становится все теплее, сегодня мало кто сомневается. Но как скажется это потепление на живом населении Земли? Достоверных данных об этом не так уж и много. В Англии и США, где ученым помогают огромные армии наблюдателей-волонтеров, получены уникальные данные о том, что в последние десятилетия птицы стали раньше прилетать с юга и области распространения 160 видов сместились к северу, северо-востоку и востоку. А наблюдают ли подобные следствия парникового эффекта на территории России?

Обсуждению этого вопроса был посвящен специальный симпозиум в Казани, на котором своими наблюдениями обменивались орнитологи. Специалисты из Казанского государственного университета подтвердили, что средняя температура повышается и скорость потепления — 0,38°C в год. Однако этот процесс идет неравномерно: волны тепла чередуются с волнами холода. Вековой ход среднегодовых температур в некоторых российских городах, в частности в Казани, показывает длительную тенденцию потепления, очень похожую на ту, которую наблюдают в глобальном масштабе. И зоологи подметили, что даты прилета некоторых птиц хорошо совпадают с особенностями температуры. Например, в последние 140 лет сроки появления полевых жаворонков в районе Казани достоверно коррелируют с мартовскими температурами, которые, в свою очередь, повышаются.

Наблюдения за сроками прилета и отлета птиц в нашей стране целенаправленно проводят в Лапландском и Баргузинском заповедниках. Ученые из европейского Заполярья сообщили, что в

Лапландию на 12 дней раньше стали прилетать утки-кряквы, а овсянки, наоборот, на 9 дней позже. На более поздние сроки сместился осенний отлет вьюрков и дроздов-белобровиков: они остаются на севере на 10–11 дней дольше. Ученые Баргузинского заповедника сообщили, что птиц, у которых установлен более ранний, по сравнению с прежними сроками, прилет и более поздний отлет, можно считать хорошими фенологическими индикаторами изменений климата. Их всего 12, среди них всем знакомые пучочка, полевой жаворонок, белая трясогузка, чибис, серый журавль, удод, лебедь-кликун. Но есть и такие птицы, которые демонстрируют противоположную тенденцию: гусь-гуменник, каменка-плясунья — всего пять видов. И лишь у двух видов — чирка-свистунка и кулика-бекаса, не произошло никаких изменений.

Зарубежные ученые придают особенно большое значение датам первого появления массовых видов птиц в местах их гнездования. Это хороший показатель, достоверно переключившийся с изменениями глобальной температуры. Но российские орнитологи предостерегают: трактовать такие данные нужно с большой осторожностью. Смещение сроков может быть связано не с климатом, а с ростом популяции: если птиц становится больше, то даты могут смещаться на ранние сроки именно из-за этого. Подобные явления отмечены, например, у кольчатой горлицы и славки-черноголовки.

Тем не менее потепление действительно происходит, и птицы на него реагируют не только сроками миграций, но и изменением области распространения. Зоологи екатеринбургского Института экологии растений и животных обнаружили, что в низовьях Оби и на полуострове Ямал в 1950-х годах с волнами тепла в более высокие широты поднялись утка-кряква, чирок-трескунок, сокол пустельга и кулик-перевозчик. Потом, в 1970–1980-х годах, в северном направлении расселились горихвостка и малая чайка, а в 1990-х — кулики большой веретенник и малый зуек, и вместе с ними — зяблик. И связано это расселение именно с переменами в погодных условиях, поскольку для птиц особенно важна весенняя погода.

Зато городская фауна мало зависит от глобальных перемен климата. Многолетние учеты водоплавающих птиц в Москве показали, что утки-кряквы, живущие в городе, меньше зависят от погодных катаклизмов, чем их дикие сородичи. И только в самые неблагоприятные для уток годы, когда они лишались привычной подкормки от горожан, которые в то время сами испытывали экономические трудности, — только при такой бескомпромиссе зимние холода становились дополнительным и весьма существенным фактором, из-за которого численность этих птиц уменьшалась.



ЗООЛОГИЯ

СВЧ для стерилизации животных

Использовать современные методы СВЧ-гипертермии для стерилизации домашних животных предложили харьковские ученые из Института радиофизики и электроники НАН Украины. Как показали исследования, новый метод обеспечивает управляемое и строго контролируемое локальное действие без какого-либо ущерба для здоровья и функционирования других жизненно важных органов животного. Он полностью отвечает требованиям Декларации благосостояния животных, разработанной Всемирным обществом защиты животных в 2000 году.

Как только человек приручил первых диких животных, перед ним встала проблема регулирования репродуктивной функции «братьев наших меньших». Не решена она окончательно и сейчас. Традиционные хирургические способы стерилизации неэкономичны и плохо переносятся животными, даже если делать операцию под общим наркозом. Последнее время значительные средства и усилия направляют на разработку химических контрацептивов в виде инъекций или кормовых добавок. Однако они не всегда действенны и, как правило, вызывают у животных, от быков и хряков до собак и котят, нежелательные побочные эффекты, физиологические и поведенческие.

Между тем физиологам известно, что перегрев половых органов всего на несколько градусов угнетает репродуктивные функции организма млекопитающих. Почему бы не использовать с этой целью электромагнитные поля СВЧ, которые обеспечивают локальный разогрев и которые можно точно дозировать?

В качестве источника СВЧ-излучения ученые взяли два магнетрона общей мощностью 35 Вт. Экспериментальных животных фиксировали в лотке на спине и подвергали направленному облучению с помощью рупорной антенны. Десятидневным хрякам, например, хватало максимум 30 секунд. Этого было достаточно, чтобы эффект стерилизации длился весь период откорма хрюшек до забоя, то есть в течение восьми месяцев. Кобели и коты требуют несколько другого подхода. Частоту и продолжительность излучения СВЧ корректируют в зависимости от вида и возраста животного.

Сегодня это, пожалуй, самый эффективный, безопасный и гуманный вид стерилизации сельскохозяйственных и до-

машних животных. Животные не чувствуют боли и ведут себя спокойно. Отсутствие изменений, характерных для физиологического стресса, показали гистологические исследования, проведенные специалистами, и анализ крови. Стоимость СВЧ-стерилизации пока не оценивали, но она явно меньше любого другого метода стерилизации, что применяют сейчас.

Харьковские ученые считают, что СВЧ-технология поможет решить санитарно-экологическую проблему контроля численности бездомных животных в наших городах и оснастит ветеринаров надежным методом гуманной стерилизации. Только не надо сажать ваших домашних любимцев, Шариков и Мурок, в микроволновку — этого они не переживут!

АРХЕОЛОГИЯ

Трепанация черепа — знак отличия

Новый подход к изучению древних трепанаций черепа предложила антрополог из Института археологии РАН М.Б.Медникова. Эти операции на голове человека, самые древние из известных, могли производить не только в медицинских целях, но и в ритуальных.

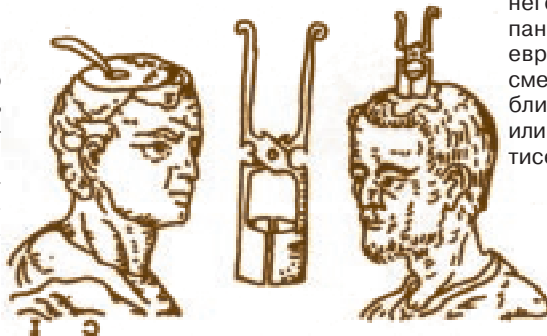
В доисторические времена люди практиковали обряд инициации — ритуал перехода человека в другое состояние, например из отрока — в мужчину. Такие испытания часто бывали очень суровыми и даже опасными для жизни: в голове высверливали, выбивали или выскабливали отверстия разной формы, иногда несколько. Как установила М.Б.Медникова, старший научный сотрудник Института археологии РАН, повреждения черепной коробки, которые находят при обследовании древних останков, могут быть частью обряда инициации. Раньше следы трепанации черепов изучали только палеопатологи — специалисты по болезням древнего населения. Они предполагали, что такие операции делали в медицинских целях, например, чтобы вылечить сильную головную боль или эпилепсию. Однако строгих доказательств этого быть не может. Зато если у нескольких людей одной культуры есть

одинаковые травмы головы, часто симметричные, узоры рубцов или насечек, то можно предположить, что перед нами свидетельства некоего обряда.

Исследовав останки 3875 человек и обобщив известные в научной литературе данные, М.Б.Медникова выявила, когда и где был распространен обряд трепанации черепа. Трепанированный череп возрастом десять тысяч лет найден на Украине в Днепропетровской области — это самая древняя находка на территории Евразии. Древнее — 12 тысяч лет назад — только вскрытые черепа из раскопок на территории Северной Африки (Марокко). Трепанация черепа была очень распространена в эпоху бронзы, в железном веке это искусство пошло на спад и в X–XI веках вновь возникло на территории Венгрии. Центры, где находки древних трепанированных черепов особенно многочисленны, таковы: Португалия, юго-восток и северо-запад Франции, Южная Англия, Южная Швеция и Дания, Центральная Германия, Верхняя Эльба. «Каждый случай мы должны рассматривать отдельно, чтобы определить причину и цель вскрытия черепа. Очень примечательны трепанации после смерти человека — уж в этом случае лечить точно было нечего, следовательно, такая манипуляция была частью сложного погребального обряда», — рассказывает исследовательница.

Нередко на черепках видны геометрически правильные рубцы или нарезки. Например, у неолитического населения Европы, чаще у женщин, черепа украшены надрезами в форме букв T и L. Это могли быть знаки траура или украшения. Рубцевание черепа применяли и кочевники раннего средневековья.

М.Б.Медникова считает, что человек еще в древности начинал производить над своим телом сложные болезненные операции. По отметинам на черепе современники судили о социальном статусе, о принадлежности к племени или профессии. Не исключено, что в некоторых случаях вскрытием черепа хотели вызвать психические изменения личности. При поражении левого полушария мозга человек становится тревожным, правого — наоборот, благодушным. Большинство людей после трепанации черепа прожили еще много лет. По статистике, самыми искусными были хирурги Центральной Германии эпохи неолита, восемь–семь тысяч лет до н.э., — выживаемость после трепанации 90,5%. В целом в период неолита — раннего железного века выживали 79% трепанированных людей. Для сравнения: в европейских больницах XVII–XIX веков смертность при подобных операциях приближалась к 100%. Лишь после открытия, или, вернее, переоткрытия, в 1867 году антисептиков дела у врачей пошли лучше.



Полиэлектролиты на службе мира и на тропе войны



*Борьба с радиоактивной пылью
в Чернобыле*

Часть 1. Путь к «интеллектуальной» почве

Впервые о полимерах, способных защищать почву, «Химия и жизнь» рассказывала более двадцати лет назад, в марте 1983 года. Тогда всем казалось, что наши химики изобрели чудесное средство, с помощью которого можно будет прокладывать непромокаемые каналы и выращивать прекрасные газоны на свалках или в пустынях, и за это средство, учитывая миллионные экономические эффекты, должна сразу же хватиться промышленность. Увы, этого не случилось. И все же проделанная работа не пропала — ее результаты очень помогли бороться с радиоактивной пылью. А для дальнейшего

развития этой технологии большую помощь нашим ученым оказали коллеги из Японии и США, с которыми удалось установить дружеские отношения благодаря помощи Международного научно-технического центра.

Корка для полигона

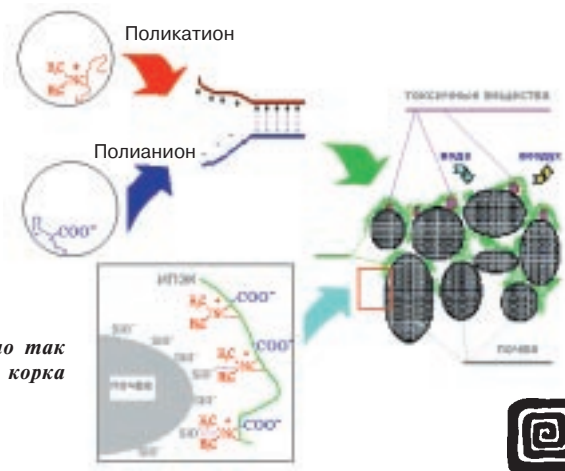
Вблизи Скалистых гор расположено то место, на котором американцы испытывали ядерное оружие. И поначалу главной их задачей было создание мощной бомбы. Однако со временем появились «зеленые», которые стали задавать всяческие неприятные вопросы. Например, что происходит с поч-

вой, над которой взорвали ядерную бомбу? Куда девается пыль, покрывающая поверхность? Ответ был неприятным: куда она не девается. Ее разносит ветер по окрестностям. К сожалению, кроме вполне безопасных частиц оксидов кремния и алюминия, в составе пыли есть и весьма «горячие» продукты взрыва. Их частички маленькие, рассеяны они далеко друг от друга, поэтому идущее от них излучение практически не увеличивает радиоактивный фон. Зато, попав в организм человека с воздухом или пищей, такая частица способна натворить немало бед. Хотя это точечный, микронных размеров источник, удельная активность его велика.

Когда «холодная война» закончилась, пришла пора убирать то, что во время нее запачкали. В частности, ученые из Лос-Аламосской национальной лаборатории Министерства энергетики США задумались о том, как прекратить распространение радиоактивной пыли с места испытаний в Нью-Мексико. И тут оказалось, что отличная технология борьбы с пылью имеется у бывшего вероятного противника, а конкретно — у специалистов из Всероссийского научно-исследовательского института неорганических материалов им. А.А.Бочвара. Эту технологию, основу которой создали на химическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова, к тому времени уже успели применить также в весьма печальных обстоятельствах — когда потребовалось срочно прекратить распространение радиоактивной пыли с территории, примыкающей к Чернобыльской АЭС.



Корка почвы,
созданная
полимером



Примерно так
образуется корка



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Засуха с активной пылью

Члены оперативной группы Политбюро ЦК КПСС по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году сразу поняли, что радиоактивная пыль станет одним из опаснейших последствий катастрофы. Времени в запасе было очень мало: наступало лето с сухой и солнечной погодой. Борьбу с пылью начали при помощи поливинилового спирта, но это вещество годилось для закрытых помещений. Атмосферные осадки на открытом воздухе его быстро разрушали. Затем «временно» (как потом выяснилось, на два года) воспользовались тем средством, которое оказалось под рукой, — водорастворимым полимером лигносульфонатом. Он в огромных количествах получается при производстве бумаги, когда волокна целлюлозы отделяют от скрепляющего их лигнина, и большей частью идет в отходы. То есть вещества много и оно дешевое — отходы промышленности они и есть отходы.

Поначалу этот полимер работал неплохо, пыль удалось связать в корку. Но когда начались затяжные дожди, выяснилось, что дешевое решение проблемы — не более чем экстренная мера: поскольку полимер растворяется в воде, защитный слой смыло потоками дождя. Пришлось срочно искать другое вещество.

В решении этой задачи было два принципиально разных подхода, и в ходе работ испробовали оба. Первый — формировать покрытие из латексной пленки, то есть распылять над голой землей в опасной зоне водную эмульсию полимера. После испарения воды частички латекса прочно сцепятся друг с другом, и никакой дождь им страшен не будет. Ну и ветер, конечно, не сможет разносить пыль, покрытую пленкой. Эту идею и сейчас разрабатывают ученые из Горного института Кольского НЦ РАН — они придумали выращивать газоны, покрывая латексной пленкой терриконы пустой поро-

ды, которыми столь богата земля Хибин. А в Чернобыле в 1986 году латекс, так же как и нефтешлам, применяли для защиты обочин дорог.

Увы, как оказалось, выдержать ветер может только целая пленка. Достаточно появиться небольшому разрыву, как покрытие под его порывами начнет быстро разрушаться. Это опасно — маленькие кусочки легкой пленки летят по ветру значительно лучше, чем отдельные пылинки: покрытие служит парусом для горячих частичек. Осенью 1986 года микрокусочки пленки, которая улетела с обочин, и налипшие на ней частицы радиоактивной пыли находили даже в окрестностях Киева, за десятки километров от места аварии.

Второй способ — создание защитной корки — лишен этого недостатка: полимерные связки, подобно паутине, скрепляют все частицы верхнего слоя почвы в единую систему. Есть у корки и еще одно преимущество: она пористая, пропускает воду и воздух, необходимые для развития растительности.

Как было известно одному из главных ликвидаторов последствий чернобыльской аварии, академику В.А.Легасову, полимерами, способными создавать корку, занимаются на кафедре высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством тогда члена-корреспондента, а ныне академика В.А.Кабанова. Увы, сразу применить эту технологию не получилось. Полимеры-то были известны, да вот наносить их на огромные площади было нельзя.

Компоненты корки

Корку на почве университетские химики делают из нескольких компонентов. Это не прихоть, ведь распылять над почвой можно только жидкость, точнее, водный раствор действующего вещества — использовать органические растворители и дорого, и очень вредно.

Значит, создающее корку вещество должно быть растворимо именно в воде. И в то же время корка в ней растворяться не должна. Получается, что по меньшей мере два полимера должны сначала порознь сосуществовать в воде, а потом соединиться друг с другом и образовать нерастворимое соединение.

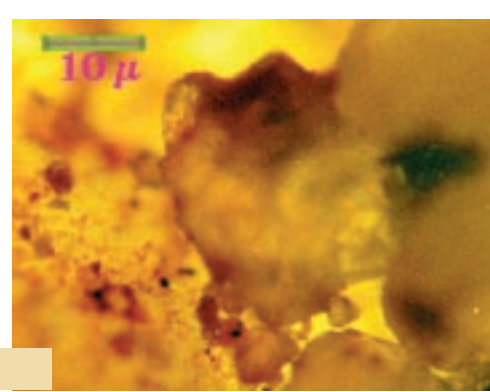
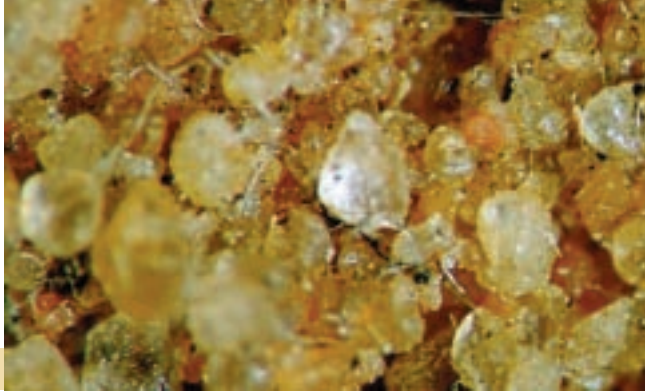
Раз между молекулами полимеров идет реакция, их, казалось бы, нельзя хранить вместе и уж тем более смешивать в одном растворе. Вот и получается, что почву следует обработать сначала одним веществом, а потом другим. Именно так ученые и поступали раньше, защищая от эрозии откосы оросительных каналов в Латвии, поля хлопчатника в Узбекистане или виноградники на Северном Кавказе.

В Чернобыльской зоне такой способ не годился: чтобы охватить большую площадь и при этом не поднять тучи радиоактивной пыли, распылять раствор следовало с вертолета. А два раза в одно и то же место с высоты попасть не легко — этому мешает ветер.

Оба полимера удалось сохранить в одном растворе после того, как туда добавили обычные неорганические соли. В пробирке опыт с этим раствором выглядит очень эффектно: изначально он прозрачен, а если добавить чистой воды, то начинают выпадать белые хлопья нерастворимого полимерного продукта. Причина столь необычного явления в том, что главные герои этой истории — полиэлектролитные комплексы.

Кулоновская связь

«Полиэлектролитный комплекс состоит из двух полимерных молекул, — поясняет член-корреспондент РАН А.Б.Зезин, который и занимается синтезом этих полимеров. — На одной из них есть положительные электрические заряды, а на другой — отрицательные. Оказавшись рядом, эти молекулы благодаря

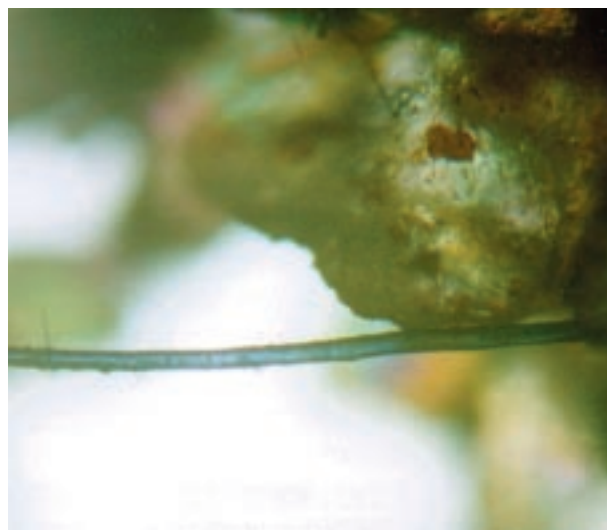


кулоновскому притяжению склеиваются, образуя новое соединение».

Полимеры способны взаимодействовать не только друг с другом, но и с любой заряженной поверхностью. Именно так полиэлектролиты и ведут себя в почве: одни кусочки макромолекулы приклеиваются к ее частицам, на которых всегда есть какой-нибудь заряд, другие переплетаются с соседними молекулами. В результате возникает нечто вроде паутины. Она как будто натянута на крупные комочки почвы, а к ее нитям, словно мухи, прилипают мелкие частицы. Такая структура корки гарантирует: пылинки радиоактивного или ядовитого вещества из почвы не вылетят.

Способность молекул полиэлектролитов притягивать заряженные частицы ученые использовали для того, чтобы смешать оба компонента комплекса и сохранить их в растворенном состоянии. Противоположно заряженные ионы, которые образовались при растворении соли, притягивались к фрагментам обеих молекул и экранировали их от соединения друг с другом. А после того, как соль вымывалась дождем, ничто уже не препятствовало реакции между макромолекулами.

У полиэлектролитов есть еще одно замечательное свойство: они способны перемещаться с частицы на частицу. «Когда мы начинали эту работу, перед нами стояла фундаментальная задача — изучить физико-химическое взаимодействие между положительно и отрицательно заряженными молекулярными цепями, — рассказывает академик В.А.Кабанов. — Возникающие между ними электростатические силы можно модулировать, вводя в цепочки какие-то другие группы. Они вносят дополнительный фактор, например на фоне взаимодействия отрицательных и положительных зарядов возникают также гидрофобные взаимодействия. Более того, мы обнаружили, что расположение звеньев в цепочках отнюдь не фиксированно — между ними возможны реакции обмена. В результате получаются цепочки, у которых есть и положительно, и отрицательно заряженные участки и незаряженные, относительно гидрофобные, области. Когда такая цепочка приближается к



Поверхность комочков почвы благодаря полимеру становится липкой. В результате они склеиваются друг с другом, и мелкие пылинки тоже прилипают. Кроме того, пылинки приклеиваются к полимерным волокнам

поверхности с положительным зарядом, возникает петля, которая привязана к субстрату своими отрицательными зарядами. Нейтральная же часть обладает сродством к незаряженной поверхности. Образуется система из прилипших последовательностей и цепей. Так полиэлектролиты прилипают ко всему, чему угодно. Вообще-то прилипнуть — дело нехитрое. Главное, что петли во влажном состоянии способны перемещаться, поэтому цепочка принимает оптимальную конфигурацию для взаимодействия именно с этой частицей. Действует самонастраивающийся механизм склеивания, и связующего вещества требуется совсем мало.

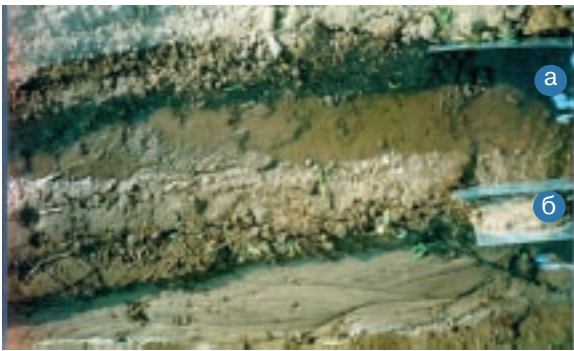
Корка для террикона и пустыни

Малое количество вещества, необходимое для получения эффекта, и простая технология приготовления (смесь можно размешивать прямо в ведре или бочке) позволили уже в середине лета 1986 года начать борьбу с опасной пылью, используя принципиально новый полимер. Его сконструировали специально для решения этой задачи. Первый успешный результат получили вблизи берега Припяти и города Припять — там располагалась огромная, свыше 100 гектар, пустошь, засыпанная чистым песком. На этом месте дол-

жны были построить новый, 6-й, микрорайон города энергетиков. Здесь прошло радиоактивное облако в момент аварии, и поэтому среди песчинок было много «горячих» частиц.

Непосредственно этим проектом — борьбой с радиоактивной пылью — занимались специалисты из ВНИИНМа во главе с кандидатом технических наук С.В.Михейкиным. Дело это было довольно кропотливым, ведь созданную университетскими химиками рецептуру пришлось приспособлять для каждого типа почвы. Эти работы продолжались вплоть до того момента, когда период перестройки закончился распадом СССР. А потом исследования удалось возобновить при помощи МНТЦ и коллег-ядерщиков из других стран. Сначала это были ученые из Японского института ядерных исследований (JAERI), а потом из Лос-Аламосской Национальной лаборатории США.

Польза же от таких исследований немалая. Ведь в мире немало источников опасной пыли, с которой надо бороться. И это не только места испытания ядерного оружия. Есть еще всевозможные свалки химического мусора, и терриконы, возникающие при добыче руды, и отвалы обогатительных фабрик. Возможно, к этому списку могут прибавиться районы применения оружия с обедненным ураном, например в той же иракской пустыне, или места, где террористы взорвали ядер-



Испытание каналов.
а — после обработки полимером дно каналов остается чистым
б — если корки нет, то вода вымывает мелкие частицы и на дне канала возникает насыль



Обработка экспериментальной делянки



Результат технологии:
 на обработанном участке зеленеет клевер, а рядом нет ни одной былинки



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

ный или химический объект. И конечно же очень важна проблема защиты загрязненных территорий на предприятиях, ранее производивших компоненты ядерного оружия как в России, так и в США.

За десять лет исследователи далеко продвинулись в создании промышленной технологии формирования покрытий для почвы. Фактически создано нечто совсем новое — способ получения «интеллектуальной» почвы, то есть такой, которая может сама подстраиваться под капризы природы и сглаживать их действие на все подземное сообщество живых существ.

«Интеллектуальная» почва

Исходно в раствор для получения корки добавляли 2% полимеров и 5% соли. После исследований удалось сократить концентрацию соли до 1,5%, причем это были уже минеральные удобрения, такие, как калийная селитра и азотнокислый аммоний. Полиэлектролиты — отрицательно заряженная карбоксиметилцеллюлоза, то есть нечто вроде разбавленного обойного клея КМЦ, и положительно заряженный полидиаллилдиметиламмонийхлорид, известный флокуллант для очистки водопроводной воды, — весьма дешевые компоненты. Первое вещество получают из отходов производства целлюлозы, а второе — из побоч-

ных продуктов переработки нефти. Оба они, будучи включенными в состав полиэлектролитного комплекса, нетоксичны, разлагаются под действием кислорода, и их охотно поедают почвенные микроорганизмы. По мнению почвоведов, для нормальной жизни растений требуется еще уменьшить концентрацию соли. Однако не следует забывать, что корка возникает лишь в верхних пяти миллиметрах почвы. Влага от дождя или росы быстро вымывает соль из этого слоя и перемещает ее вглубь: концентрация соли в той области, где расположены корни растений, быстро уменьшается.

У полиэлектролитных комплексов есть еще одна замечательная особенность: они набухают в воде. Корка из них собирает влагу, а потом постепенно отдает ее. Источником влаги не обязательно должен быть дождик: полимер собирает и росу, и туман. Так возникают чрезвычайно благоприятные условия для развития растений: сначала семена дружно прорастают в условиях микропарника, а потом у них не засыхают корни. «Мы испытывали полимеры на полигоне во Владимирской области, — говорит С.В. Михайкин. — Для этого на выделенные нам делянки одновременно наносили раствор полимеров в разной концентрации и сеяли траву. В контроле же траву сеяли безо всякого полимера. Следующей весной экспериментальные участки были покрыты густой травой,

причем особенно хорошо рос клевер. А на контроле были только редкие сорняки».

Еще сильнее преимущества «интеллектуальной» почвы проявляются в засушливых районах. Например, во время экспериментов по озеленению барханов пустыни, которая образовалась на дне высохшего Аральского моря, корка помогла прижиться 15% саженцев саксаула, в то время как на голом песке выживали лишь единицы. Отлично служит обработанная полимером почва и в качестве дна канала, делая его непроницаемым для воды.

Корка еще и умеет самовосстанавливаться. В сухом виде она хрупка и под нагрузкой разрушается. Однако стоит пройти дождю, и молекулы полимера, благодаря своей способности к перераспределению, снова опутают все частицы почвы единой сеткой, и корка за несколько часов возникнет вновь. Полное разрушение случится тогда, когда полимер разложится под действием света и бактерий.

Корка и бизнес

Сейчас ученые хотят качественно изменить способность полимера накапливать влагу. Однако это дело будущего, а пока что создана простая, не очень дорогая, но все же промышленная технология, с помощью которой можно начинать рекультивацию, то есть возвращение к

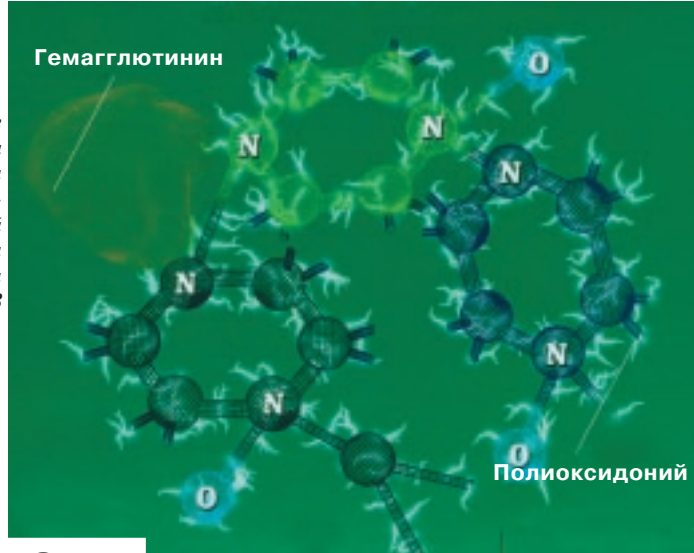
жизни, самых различных земель. Сухую смесь полимеров и соли разводят в нужном количестве воды и добавляют туда семена трав. Делать это можно в обыкновенной пластиковой бочке. Затем раствор заливают в машину либо в вертолет и разбрызгивают смесь над тем участком земли, где нужно сначала создать корку, а потом вырастить зеленый покров. Вот и все: макромолекулы склеят комочки почвы, а после первого же дождя между ними пройдет реакция, корка застabilизируется и возникнет «интеллектуальная» почва. Ее не может разрушить ветер, не размывают потоки воды. В то же время воздух легко проходит внутрь, там накапливается влага, и растения оказываются защищенными от действия суровых внешних условий. Более того, если что-то разрушит корку, после одного-двух дождей она себя восстановит. Стоит порция полимера для обработки одного гектара примерно 200 долларов США.

По словам А.Б.Зезина, сейчас, когда все находится в частных руках, казалось бы, с помощью новых составов можно сделать многое. Взять хотя бы виноградники в Дагестане. Их на зиму засыпают землей, но ветер ее сдувает, и растения погибают. Хозяину виноградника должно быть выгоднее купить препарат и с его помощью защитить лозы от мороза, чем сажать их заново и нести огромные убытки. Другой пример — рукотворная пустыня в Приаралье. Там можно было бы закрепить пески, восстановить растительность и попытаться вернуть землю в сельскохозяйственный оборот.

К сожалению, все это легко и просто лишь в том случае, если существует инфраструктура: инвестор прочитал рекламу, обратился по адресу, заплатил деньги, приехали рабочие и все сделали. Такой инфраструктуры нет, и не ученые должны ее создавать. Они лишь разрабатывают вещества и технологии. Что же касается крупномасштабного применения, то это связано с проблемами экономики в целом.

А вот с другим применением полиэлектролитов ученым повезло больше. Они создали принципиально новый класс лекарств — непастеровские вакцины, в основе которых, как это ни парадоксально, лежат физико-химические взаимодействия, принципиально сходные с теми, что действуют в «интеллектуальной» почве. А первую из них, вакцину, убивающую вирусы гриппа, за пятнадцать лет работы удалось даже довести до готового препарата, который мы знаем под названием «Гриппол». Об этом исследовании — следующий материал.

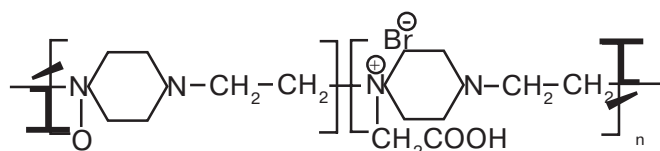
К молекуле полиоксидония крепится геммагглютинин — поверхностный защитный антиген вирусов гриппа типа А и В



Часть 2. Химоружие против вируса

Так выглядит химическая формула звена полиоксидония — полиэлектролита, который может служить для создания множества разных вакцин, ведь их свойства различаются в зависимости от того, какой к ним пришит антиген

**Ловля
вируса в сеть
иммунитета**



Победить вирус труднее, чем бактерию. Это изящное существо представляет собой всего-навсего одну или несколько молекул нуклеиновой кислоты, заключенных в белковую оболочку. Вирус вне клетки ничего не потребляет и ничего не синтезирует — только проникнув в клетку, он использует ее ферменты для строительства новых вирусных частиц. Поэтому вирус неуязвим для лекарств, которые действуют на бактерию: по сравнению с вирусом она огромна, в ее организме идут сложные процессы и нарушение многих из них — а именно это делают, например, антибиотики — приводит к гибели враждебного для человека существа. У вируса нет собственных жизненных процессов, стало быть, нечего и нарушать. (Для медиков есть еще одна возможность — вмешаться в размножение вируса внутри пораженной клетки, но это отдельная история.)

Уничтожить вирус, пока он плывет в крови или тканевой жидкости и выбирает жертву среди клеток, можно только целиком — как скопление чужеродных молекул. За подобные операции у нас отвечает иммунная система, которая работает следующим образом. Чтобы победить заразу, лимфоциту необходимо вирусную частичку опознать. Один из возможных путей — клетка-макрофаг подносит фрагмент оболочки вируса (то есть антиген — вещество, вызывающее иммунный ответ) к Т-лимфоциту-хелперу. Тот начинает производить специальные молекулы — цитокины. Они заставляют В-лимфоцит синтезировать антитела. Когда их станет много, все будет в порядке: антитела налипнут на врага и начнут всячески способствовать его уничтожению. Но распознать вирус, вернее, фрагмент его белка, представленный на поверхности макрофага, может только такой Т-лимфоцит, у которого на поверхности имеется рецептор — молекула, подходящая к фрагменту оболочки вируса, как ключик к замку.

И вот тут-то в обороне организма бывают бреши: коллекция лимфоцитов с необходимыми рецепторами, в каждый момент «стоящих на страже», может быть не полна. Если попадает вирус, на который не найдется лимфоцитов, или их окажется очень мало, этот вирус станет свободно гулять по организму и бесконтрольно размножаться до тех пор, пока организм не научится его распознавать (см., например, «Химию и жизнь», 2001, № 4). Когда вирус размножается столь быстро, что лимфоциты не успевают его обезвреживать, или он умеет хитро маскироваться, то возникает эпидемия смертельного заболевания, такого, как оспа.

Однако иммунную систему организма можно заранее научить бороться и с такими болезнями. Для этого вводят ослабленный вирус, и лимфоциты успевают приспособиться убивать его раньше, чем человек умрет. Этот способ называется пастеровской вакцинацией, поскольку впервые его применил Луи Пастер для защиты от вируса оспы. А российские химики и медики во главе с академиками РАН Р.В.Петровым, В.А.Кабановым и РАН Р.М.Хаитовым придумали первую непастеровскую вакцину. За принцип создания таких вакцин они были удостоены Государственной премии РФ за 2001 год. По мнению одного из крупнейших иммунологов мира профессора М.Села из Вейцманновского института (Израиль), эта работа стала первым примером успешного использования синтетических полимеров для лечения болезней.

Полимер — включатель лимфоцита

Базовая идея такова: мембрана клетки состоит из двух слоев липидов, в которых, как в двумерной жидкости, плавают молекулы мембранных белков. Боковые группы белков полярны, а раз так, значит, по мембране разбросаны локализованные электрические заряды, и цепочка полимера, на которой расположены группы с зарядами противоположного знака, способна к ним прилипнуть.

«В начале 70-х судьба свела меня с нашим ведущим иммунологом Рэмом Викторовичем Петровым, ныне академиком, — вспоминает В.А.Кабанов. — Мы были молодые и достаточно сумасшедшие, чтобы посмотреть, а не будет ли иммунная система как-то отвечать на введение в нее водных растворов таких полимеров. Это была нормальная фундаментальная работа, тогда еще без каких-либо мыслей о практическом применении результатов. И мы убедились, что многие полимеры, несущие заряд, совершенно независимо от того, как они устроены, в несколько раз усиливают иммунный ответ организма на введение чужеродных белков. Однако несколько раз — отнюдь не предел. Если взять не «голый» полимер, а такой, к которому приделан этот самый чужеродный белок, то ответ усиливается в сотню раз! То есть ответ становится направленным. Модифицированный полиэлектролит действовал как булавка, которая своими уколами раздражает лимфоцит и побуждает его к агрессивным действиям».

Работает такая булавка довольно просто. Полимеры-поликатионы спо-

собны собирать молекулы мембранных белков в кластер. И тогда между ними, как между плотно уложенными бильярдными шарами, возникают отверстия. Через них ионы, которых внутри клетки больше, начинают утекать в окружающую его среду, и наоборот. А для клетки это сигнал, получив который она начинает делать то, что умеет. Если эта клетка — В-лимфоцит, то она начинает вырабатывать защитные антитела без всякой помощи макрофагов и Т-хелперов.

Однако поликатион может приклеиться к любой клетке, что не слишком усиливает иммунный ответ. И тут очень пригодилась способность цепочки полиэлектролита мигрировать с одной клетки на другую в момент контакта между ними. Обычная молекула полиэлектролита способна проделывать это бесчисленное количество раз. А вот если к ней прицепить антигенный «якорь», то она прекратит свои миграции на той клетке, где есть зацепка для якоря. Таким образом, полимер, к которому пришит антиген, методом проб и ошибок находит именно нужный В-лимфоцит, специально предназначенный для борьбы с микроорганизмом, несущим этот или похожий антиген. То есть если в качестве антигена взят один из белков, составляющих оболочку вируса, будет включен иммунный ответ против этого вируса. Получается непастеровская вакцина — запуск иммунитета происходит по альтернативному механизму.

А что делать, если попался совершенно новый вирус, с которым человек еще не сталкивался, так что специализированные В-лимфоциты для борьбы с ним отсутствуют? «Наши исследования показали, что поликатионы резко усиливают миграцию стволовых клеток из костного мозга, — говорит Р.В.Петров. — Следовательно, можно полагать, что наряду с описанной выше активацией полимеры могут ускорить выработку иммунной системой лимфоцитов, способных бороться с инфекцией, ранее не известной организму».

Вакцина от гриппа и СПИДа

Чтобы сделать такую вакцину не в теории, а на практике, прежде всего потребовалось сконструировать нетоксичный полимер, который живет в организме ровно столько времени, чтобы «разозлить» лимфоциты, а затем расщепляться на короткие фрагменты, способные легко выводиться из организма. Сначала ученые работали на мышах. Когда к полимерным цепям приделывали белки вируса гриппа и потом вводили эти конструкции подопытным животным, все они выживали, даже получив смертельную дозу вирусов.



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

А вот путь к вакцине, пригодной для лечения человека, оказался весьма долгим и занял полтора десятка лет. Именно столько потребовалось для того, чтобы синтезировать безвредный для организма полиэлектролит, названный «полиоксидоний», и зарегистрировать его в Фармкомитете РФ. Полиоксидоний стал первым в мире и пока единственным поликатионом, который разрешено вводить в организм человека. Этот поликатион с привязанными к нему белками вируса гриппа и есть вакцина «Гриппол».

Результат был неплохим: люди, вакцинированные «Грипполом», почти не страдали от болезни. «То обстоятельство, что иммунная система запускается по непривычному механизму, оказалось очень важным, — подчеркивает В.А.Кабанов. — В этом случае силу иммунного ответа гены не контролируют. В результате люди с наследственно слабым иммунитетом тоже оказываются защищены. Поскольку обычно деятельность иммунной системы регулируют те самые Т-лимфоциты, которых поражает вирус СПИДа, то возникает идея использовать поликатионы для борьбы и с этой болезнью. Ведь в иммунном ответе, стимулированном поликатионом, Т-лимфоциты не участвуют, и на вирус иммунодефицита удается напасть с тыла».

Такой подход имеет одно принципиальное преимущество. СПИД — это инфекция, результаты тестирования которой на животных трудно экстраполировать на человека. А испытывать вакцину против СПИДа, изготовленную по методу Пастера, то есть путем ослабления болезнетворного вируса, невозможно. Всегда существует опасность: вдруг даже ослабленный вирус победит иммунную систему. Нет твердой гарантии, что вакцинированный человек не заболит. А при использовании вакцины нового типа такая гарантия есть, поскольку в ее состав помимо поликатиона входят только определенные белки вируса СПИДа. Сами по себе они размножаться не способны и, значит, незаразны. Иммунологи сейчас начинают клинические испытания такой вакцины. Однако об их результатах пока что рано говорить.



Поэты исследуют суставы (в основном женского организма) достаточно давно. Если А.С.Пушкин сосредоточил свое внимание на голеностопном суставе, то поэты XX века большой интерес проявляли к коленному суставу, а кое-кто даже к тазобедренному. Но в XXI веке мы можем заявить с научных позиций: коленка — это вам не просто подвижное сочленение, а нечто неизмеримо большее.

Многие уверены, что человеческое тело изучено довольно хорошо. Анатомию чаще всего приводят в пример, когда говорят о науках, переживших период открытый и завершивших свое развитие. Однако в лаборатории эмбриологии Института морфологии человека РАН, которой руководит доктор биологических наук С.В.Савельев, утверждают, что в строении человеческого тела еще много неизведанного. Например, лет шесть назад ученые решили побольше узнать о колене — и выяснили нечто совершенно неожиданное. Внутри приятной округлости оказался самый сложный датчик, который нуждается в самом бережном отношении.

Казалось бы, коленка — просто сустав, каких много в нашем организме. Из школьного учебника можно узнать, что коленный сустав соединяет бедренную кость и кости голени. Внутри коленки есть прокладки — мениски, а снаружи ее закрывают суставная сумка (плотная оболочка из соединительной ткани) и коленная чашечка, прикрепленные связками. Помимо внешних связок, внутри кости соединены крестообразным комплексом, похожим на букву «Х», который состоит из передней и задней связки. Этот крестообразный комплекс врачи так и называют — крестовидной связкой. Всегда было принято считать, что это чисто механическая система, обеспечивающая подвижность колена.

Честно говоря, крестовидная связка — очень уязвимая частичка нашего тела. Она часто рвется не только у спортсменов и балерин, но и у обычных людей, ведущих активный образ жизни. К сожалению, после такой травмы полного восстановления не происходит почти никогда. Связки пытаются сшивать — они приходят в негодность, тогда врачи заменяют их протезами. Это высший пилотаж хирургии: через маленький прокол (такие операции называют ортоскопическими) срезают кусочек собственных связок пациента (например, удерживающих коленную чашечку) и прикрепляют их специальными винтами крест-накрест к костям на те места, где была крестовидная связка. (Кстати, «прикрепить» — это отдельная проблема.) Вроде бы все в

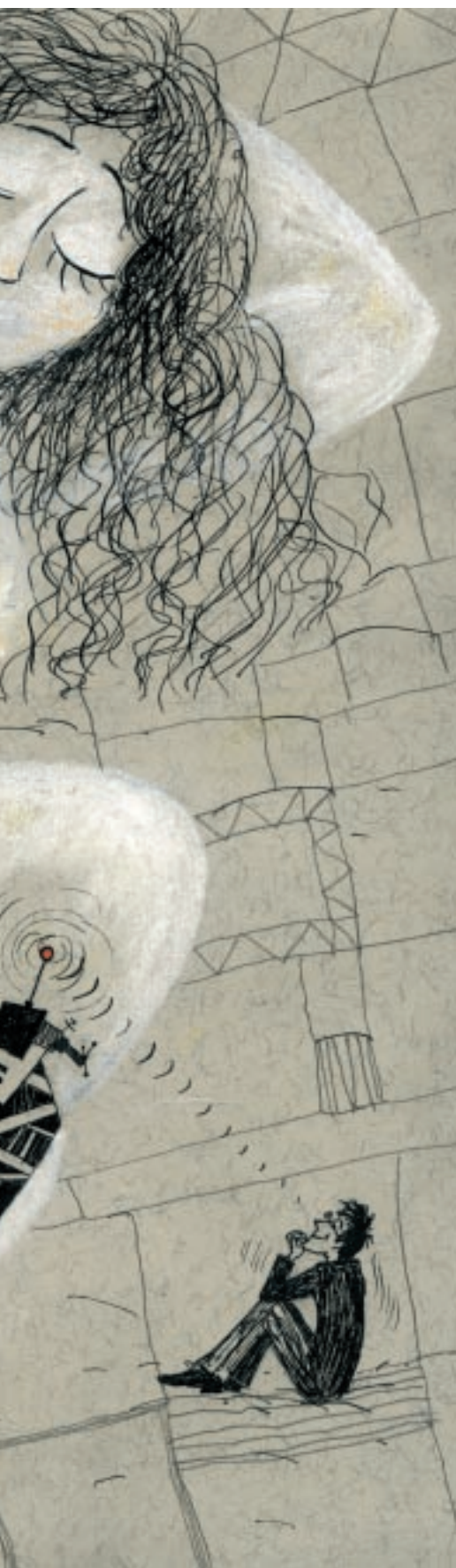


В.Лешина

Гироскоп в колене

*Есть дамы,
Которые славятся чутким скелетом
И каждую костью вибрируют страстно,
Особенно будучи навеселе,*

*Краснея,
Но не отрицая, что часто при этом
В суставах они ощущают пространство,
Которому равного нет на земле.*



Гироскопические приборы — устройства предназначенные для определения параметров, характеризующих движение (или положение) объекта, на котором они установлены, а также для стабилизации этого объекта.

БСЭ

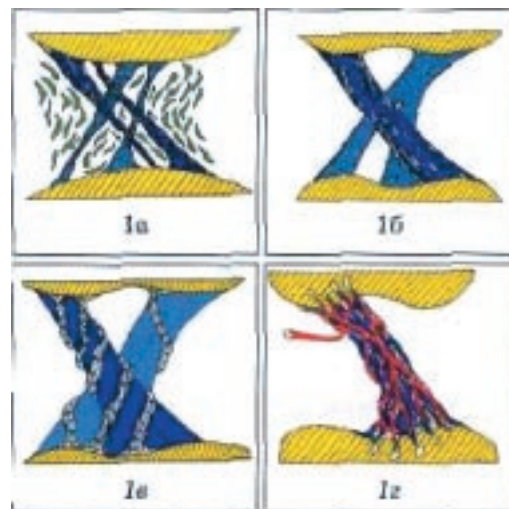


ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

порядке, протез из родного материала и прикреплен, где положено. Но такие операции оказываются эффективными всего в 30–40% случаев. Люди с прооперированными крестовидными связками (а таких операций в мире делают примерно 400 000 каждый год!) не могут переносить большие нагрузки, объем движений у них уменьшается, со временем сустав работает все хуже, и постепенно в нем начинаются артрозные изменения. И это у людей, для которых движение — главное в жизни. То есть на сегодня эта операция себя изжила, ее технология достигла предела.

Ученые решили разобраться: можно ли пойти иным путем. Для этого необходимо было в деталях изучить строение этой связки. Начали с животных — ведь колени есть у всех четвероногих. Сначала выяснили, как они устроены у лягушек, потом перешли к рептилиям и млекопитающим. У лягушек крестовидные связки действительно оказались простыми — набор коллагеновых волокон в оболочке, выполняющий чисто механическую функцию. А потом ученые поняли, что если взять лягушачью связку и увеличить ее прямо пропорционально размерам тела, то у человека получится коленка величиной с чайник. Потому что толщина крестовидной связки, устроенной по «лягушачьей» схеме, должна быть примерно в три пальца. А человеческие связки тоненькие — с карандаш. Хотя их и две и похожи они на букву «X», но ведь их задача — удержать вес всего тела (а вес иногда бывает весьма внушительным). Как же они не рвутся?

Перешли к рептилиям. Структура их связок, как оказалось, совсем другая — разветвленная, волокна переходят друг в друга, видно, что они пронизаны капиллярами. И, несмотря на то что сама связка у рептилий не иннервирована, на поверхности ее оболочек находятся единичные нервные окончания. Она уже начинает работать как рецепторный орган. У млекопитающих крестовидная связка имеет еще более сложную структуру. Во-первых, к ней подходит огромное, совершенно непро-



1
Формирование крестообразного комплекса человека (исследование эмбрионов)

порциональное ее размеру количество нервных волокон. Значит, в ней расположено огромное количество рецепторов. Во-вторых, оказалось, что ее принизывает множество сосудов. Их почти так же много, как в головном мозгу. То есть, говоря научным языком, этот орган супериннервирован и суперваскуляризирован. Спрашивается — зачем?

Когда ученые стали делать пространственную реконструкцию, то выяснилось, что каждая из связок — это набор маленьких связочек, которые отделены друг от друга соединительной тканью. У каждой из связочек есть собственный сосуд и собственный нерв. Таких фрагментов в каждой связке крестообразного комплекса — от 12 до 16. Но каждый из этих фрагментов состоит, в свою очередь, из нескольких десятков супермаленьких связочек, которые также имеют свои нервные окончания. То есть крестообразный комплекс — это сверхточный датчик со всеми возможными типами рецепторов. В нем есть рецепторы давления, кручения, сжатия, свободные нервные окончания, всего — примерно по 300 в каждой связке! Такими параметрами не может похвастаться практически ни один человеческий орган. После этого стала понятна и

*Сей фокус
Меня поражает не хуже отравы,
До судорог в сердце и звона в мозгу.
О, эти суставы!
Я не могу!*

Михаил Щербаков

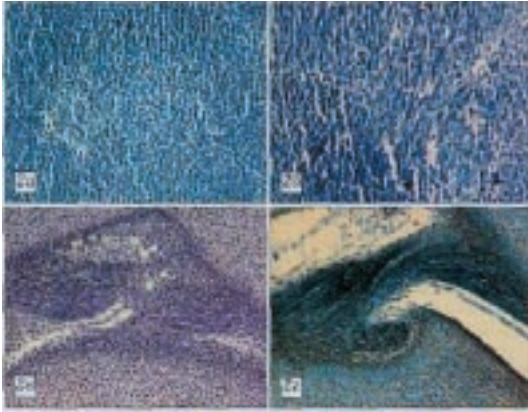
Художник Е. Станикова

В издательстве «ВЕДИ» (тел. (095)236-07-41) вышли книги доктора биологических наук, руководителя лаборатории эмбриологии НИИ морфологии человека РАМН С.В.Савельева: *Стереоскопический атлас мозга человека* (1996 г.); *Сравнительная анатомия нервной системы позвоночных* (2001 г.); *Практикум по анатомии мозга человека* (2001 г.); *Стадии эмбрионального развития мозга человека* (2002 г.); готовится к выпуску «Зоопсихология».

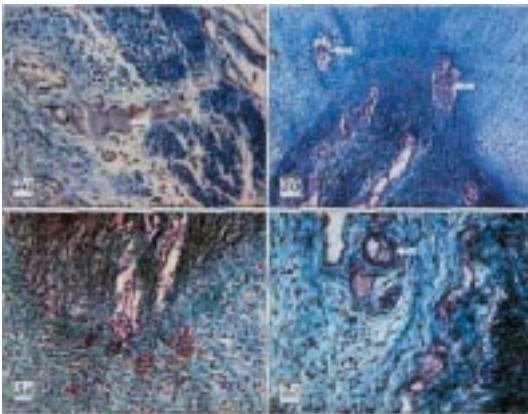
Книги иллюстрированы авторскими фотографиями, рисунками и схемами. Их можно купить в Москве, в магазине «Медицинская книга», на Комсомольском проспекте, д.25 (станция метро «Фрунзенская»).



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



2
Гистология развития крестообразного комплекса коленного сустава человека.
а — эмбрион 5,5 нед.
б — эмбрион 6–6,5 нед.
в — передняя и задняя крестообразные связки у эмбриона 8 нед.
г — слияние двух компонентов задней связки крестообразного комплекса у эмбриона 9–9,5 нед.



3
Гистология дифференцировки крестообразного комплекса коленного сустава человека.
а — образование сосудов в крестообразном комплексе у эмбриона 10 нед.
б — формирование каналов в хряще бедра у эмбриона 11,5 нед.
в — врастание передней крестообразной связки с уже сформированными сосудами в хрящ бедра у эмбриона 12,5 нед.
г — проникновение нервных волокон в крестообразный комплекс у эмбриона 13,5 нед.

роль этого супердатчика. Он определяет и регулирует все нагрузки на конечность и на сустав. Делает он это с помощью обратной связи, через спинной и головной мозг, где у крестовидной связки есть собственное представительство. Когда на коленку действует нагрузка, моментально идет проверка: не чрезмерна ли она. Сигнал идет по нервным окончаниям в мозг и оттуда возвращается нужной командой. В крестовидной связке ученые обнаружили суперпроводящие волокна, обеспечивающие мгновенную передачу такого сигнала. Если в обычных волокнах скорость передачи сигнала — от 40 до 80 м/с, то в этой связке скорость проведения больше 180 м/с. Такие уникальные волокна есть у человека еще только в локтевых суставах.

На следующем этапе ученым даже удалось узнать, в какой момент начинает формироваться крестообразный комплекс у человеческих эмбрионов. Оказалось, что довольно рано — при-

мерно с 6–6,5-недельного возраста (рис. 1, 2). Уже у 7,5–8-недельных эмбрионов можно различить, что связок две: передняя и задняя. Правда, на этот момент связки еще не имеют внутренней структуры и сходны по строению со связками амфибий. К 10-й неделе они уже напоминают невакуляризованные связки рептилий и только к концу 13-й недели начинают быть похожими на связки низших млекопитающих.

Итак, у нас в организме обнаружился новый рецептор механической нагрузки на ноги, который не только определяет всю динамическую и статическую нагрузку, но также участвует в координации движений и наряду с вестибулярным аппаратом, кожей и зрением — в поддержании равновесия.

Первые результаты этих исследований были опубликованы два года назад. Из них можно сделать несколько очень важных практических выводов. Во-первых, стало понятно, почему при

протезировании крестообразной связки невозможно добиться полного восстановления функций. Врачи замещали уникальный орган примитивной тканью, которая не обладает нужными свойствами. Значит, надо идти другим путем: оперировать очень аккуратно и, если хоть что-то сохранилось при травме, стараться сшивать собственную ткань, а не протезировать. (А что-то при травме всегда остается.) В ходе операции надо максимально сохранять нервные волокна, поскольку они со временем восстанавливаются. Такую работу ученые уже ведут совместно с хирургом М.П.Лисициным, работающим в Федеральном клиническом центре ортоскопии, спортивной травматологии и ортопедии в Национальном медико-хирургическом центре МЗ РФ. Результаты обнадеживают: если удастся хотя бы частично сохранить иннервацию, то эффект такой операции в несколько раз лучше, чем механического протезирования.

Есть еще одно практическое наблюдение. Поскольку крестовидный комплекс это датчик, а основные нервы к нему идут сверху, то если кто-то получает травму с задней стороны колена или даже бедра (в месте любого восходящего нерва), то это очень опасно. Таких больных надо сразу укладывать в постель и не выпускать на поле или на сцену. Дело в том, что травмированный нерв отекает и перестает проводить информацию от крестовидной связки. Следовательно, становится невозможно регулировать нагрузку на конечность, и связка, как правило, разрывается в ближайшие дни. Ученые провели статистический анализ травм довольно известных спортсменов, и оказалось, что через один или несколько дней в таких случаях действительно происходит разрыв крестовидной связки. Так что пинок в заднюю часть верхней половины ноги для спортсмена чреват не только моральным ущербом



Органическая Химия – Упадок или Возрождение?

4-й Всесоюзный Симпозиум по Органическому Синтезу

Теплоход "Михаил Калинин"

Москва-Углич-Москва

5-7 июля 2003 года

Приглашаем вас принять участие в очередном научном событии в области органической химии, генеральным спонсором которого является *ChemBridge Corporation*.

В программе симпозиума - пленарные доклады, круглый стол и стендовая сессия участников. Готовится издание сборника тезисов симпозиума.

В 2003 - юбилейном - году *ChemBridge Corporation* исполнится 10 лет, и организаторы симпозиума хотели бы, чтобы наша новая встреча стала настоящим праздником для химиков - органиков.

Организаторы конференции полагают, что, несмотря на все трудности нашего времени, органическая химия стремится к новым виткам в своем развитии. Мы приглашаем ученых к дискуссии по актуальным вопросам современной науки.

В симпозиуме могут принять участие сопровождающие Вас лица, оплатившие оргвзнос на общих основаниях.

Для регистрации необходимо:

Направить регистрационную форму в Оргкомитет симпозиума по адресу:
conference@chembridge.ru

Стандартный оргвзнос участника составляет 240 у.е.

Студентам-химикам предоставляется 75% грант.

Аспирантам предоставляется 50% грант.

Тел.(095) 775-06-54 E-mail: conference@chembridge.ru <http://www.chembridge.ru>

Из керамики можно
делать не только
скальпели,
но и ножи, которые
почти не тупятся



Новости

РХТУ: скальпель, стена и удивительные краски

О.Максименко



Эта статья продолжает традиционную для журнала тему, наглядно демонстрируя, что слухи о смерти российской науки несколько преувеличены. Сегодня мы расскажем о разработках Российского химико-технологического университета имени Д.И.Менделеева. Результаты всех работ, о которых пойдет речь, были опубликованы в минувшем году.

Керамический нож для хирурга

Лет тридцать тому назад хирургический мир потрясла сенсация — появились атравматичные скальпели из керамики. Новые инструменты поражали своей остротой, а послеоперационные швы заживали куда быстрее, поскольку лезвия рассекали ткань, не травмируя ее. Но в обиход такие скальпели не вошли: выяснилось, что даже японскими одноразовыми, по старинке изготовленными из металла, пользоваться дешевле. Слишком уж дорогостоящей оказалась керамика нужного состава.

Возможно, проблему удастся решить с помощью ученых с кафедры химической керамики и огнеупоров РХТУ им. Д.И.Менделеева. Остроумный метод, который они придумали, позволяет получать сравнительно дешевый нанопорошок диоксида циркония со всеми необходимыми добавками. Вот из этого-то порошка можно сделать ту самую керамику, скальпели из которой служат дольше, а режут лучше и ровнее, чем обычные металлические.

Дело в том, что, как ни точи металлические ножи или скальпели, хоть алмазным инструментом, хоть лазером, но сделать режущую кромку тоньше 0,7 микрон не удастся — такова природа металла. Его микроструктура

представляет собой зерна, и лезвие получается никак не тоньше размера этого самого зерна — элемента микроструктуры.

Понятно, что чем меньше неровности лезвия, тем качественнее получится разрез. Вот ученые и предложили: если нельзя сделать главный инструмент хирурга из металла, надо придумать другой материал, тоже прочный и твердый, но с меньшим зерном. Таким материалом и может быть керамика, но не та, конечно, из которой делают кирпичи и чашки, а особая — на основе диоксида циркония.

Идея, которую реализовал коллектив ученых под руководством профессора Евгения Лукина, состояла в том, чтобы научиться получать очень мелкие и гладкие шарики из этого материала. Исследователи растворяли в воде соли нескольких металлов — в

основном циркония с добавками алюминия и иттрия. Полученный раствор нагревали и распыляли через фильтры с очень мелкими дырочками. На воздухе капельки кристаллизовались, и в емкость с холодным раствором аммиака, которая находилась внизу, попадали уже крошечные твердые шарики солей. Они практически мгновенно реагируют с аммиаком, и при этом получают шарики того же размера, но немного другого состава. Остается их высушить и прокалить — и готов порошок, каждая крупинка которого представляет собой гладкий шарик оксида диаметром 200–300 нм, причем все шарики практически одинаковы и по размеру, и по составу.

Если из этого порошка спрессовать заготовку, а затем ее как следует нагреть и сжать, то получится исключительно прочный и твердый материал. По прочности он не уступает стали, а заточить его можно в несколько раз лучше — так, что режущая кромка будет толщиной в 0,1–0,2 микрона. По отзывам испытавших новинку хирургов, швы после керамического скальпеля заживают в два-три раза быстрее.

«Впрочем, скальпели — отнюдь не единственная, хотя и важная, область применения нашей керамики, — рассказывает Е.С.Лукин. — Из нее можно делать мельницы для помола муки, которые прослужат куда дольше, чем их металлические аналоги, и подшипники без смазки, которые могут работать при высокой температуре. Наконец, это прекрасная замена корунду — искусственному рубину. Знаете, что при вытачивании из него, например, камней для часов, 95% идет в отход из-за механических потерь при обработке? Нашу керамику в том же процессе можно использовать на 60%, а прослужат изделия из нее намного дольше».

Редкие металлы лежат в отходах

Как говорил герой романа Виталия Каплана «Круги в пустоте»: «Будь вон в той навозной куче самоцветные камни, так была бы то не куча — государева

После того как рений извлекают из отходов, из него делают полуфабрикат, например прутки. Этот прутки можно раскатать в фольгу, производство которой возобновили на расположенном в Подольске заводе химико-металлургической компании «Металлокомплект», бывшем опытно-производстве Гиредмета. В 2003 году специалисты завода уже прокатали первые 140 граммов 30-микронной фольги. А делают из нее нагреватели для масс-спектрометров



казна». Трудно сказать, бывает ли нечто подобное в параллельных мирах, а в нашем — почему бы и нет?

Рений — один из немногих металлов, которые стоят дороже золота. В земной коре его не просто мало, а очень мало: менее 0,7 мг на тонну. Это один из редчайших металлов, которые человек держал в своих руках, — в год вся мировая промышленность выдает четыре десятка тонн рения. Раньше его разрешали использовать только по специальному постановлению правительства. Но недаром металлурги шутят: редким называется тот металл, что редко используют. Вот, например, титан раньше был редким, а теперь считается цветным. Возможно, изменить категорию, к которой принадлежит рений, удастся, если прислушаться к советам ученых из РХТУ им. Д.И. Менделеева. Тщательно изучив все стадии переработки углеродсодержащего сырья, сотрудники кафедры технологии редких и рассеянных элементов выяснили, что есть стадии, где продукты получаются обогащенными рением. Оказалось, что больше всего этого металла накапливается в отходах — в пыли, шлаках и в остаточных фракциях переработки нефти. Более того, наши химики придумали и запатентовали технологию, которые позволяют извлечь металл из этих отходов.

Низкое содержание рения в земной коре — не единственная сложность: он еще и рассеян, распылен по различным минералам. Собственных минералов рения, которые можно было бы добывать в промышленных количествах, практически нет — разве что сульфид рения, который осаждается из фумарольных газов уникального вулкана Кудрявый на острове Итуруп (см. «Химию и жизнь», 2000, № 9) да невидимый глазу, а только различимый в микроскоп минерал джезказганит. Обычно рений добывают из медной руды, в которой этого редкого металла тоже мало — не больше 1 г/т. Но зато руды много.

Между тем в XXI веке обойтись без рения будет трудно. Во-первых, он сильно повышает жаропрочность никелевых сплавов, из которых делают лопатки всевозможных турбин. В результате температура длительной работы, например, двигателя самолета возрастает на десятки градусов и соответственно растет его КПД. А во-вторых, рениевые катализаторы запросто превращают плохой бензин в высокооктановый и позволяют получать в одну стадию вещества, синтез которых без рения идет иногда в десятки стадий. Но проблема в том, что главное советское месторождение осталось в Казахстане, в России же собственных разработанных источников рения, кроме того самого вулкана, нет.

Чтобы найти новые источники уникального металла, химики РХТУ под руководством члена-корреспондента РАН Александра Чекмарева сначала исследовали породы, которые традиционно считаются бесперспективными для получения рения: горючие сланцы, их древние аналоги — шунгитоносные породы Карелии, а также нефть. Рения в них настолько мало, что никому и в голову не приходило его добывать, — всего 70–200 мг/т. Зато сырьем, как и в случае с медной рудой, хватает. А главное, как выяснили ученые, продукты переработки этого сырья могут принести много пользы любителям рения. Нужно только найти правильный подход.

Например, в ашальчинской нефти, которую изучали авторы работ, рения совсем чуть-чуть — миллиграммы на тонну. Казалось бы, это совершенно безнадёжный источник. Но почти весь редкий металл, до 96%, концентрируется в тяжелых остаточных фракциях перегонки — можно сказать, в асфальте. Если вымыть оттуда рений бензином, его можно сконцентрировать еще больше.

Из карельских шунгитов делают пористый наполнитель (шунгизит) для бетона: шунгитовый щебень обжигают в специальных печах. При этом образуются газы, а вместе с газами летит, естественно, пыль. Так вот, рения в пыли, которая остается после сухой очистки газа, уже не десятки миллиграмм, а граммы на тонну. Это отличный концентрат металла. Если же такие породы используют в качестве шихты при выплавке литейного чугуна, то тогда, полагают авторы, рений надо искать в колошниковой пыли — в тех кучах отходов, что получают при очистке доменной печи.

И еще, как выяснили химики, рений можно выделять из горючих сланцев, вернее, из кокса или полукокса — именно там он концентрируется. Для этого нужны соответствующие технологии — ученые их тоже разработали и запатентовали. Интересно, что такие технологии позволяют добывать не только рений, безусловно, ценный металл, но и другие, тоже редкие и встречающиеся в природе с ним по соседству, — уран, ванадий и некоторые редкоземельные элементы.

Теплые стены из битого стекла

В РХТУ на кафедре химической технологии стекла и ситаллов придумали и сделали новый строительный материал — двухслойные облицовочные плиты. Верхний декоративный слой делают их красивыми, а нижний слой, похожий на застывшую губку, придает всему покрытию тепло- и звукоизолирую-



ТЕХНОЛОГИИ

щие свойства. Изюминка в том, что производить такие плиты очень просто и для этого не нужно никакого дорогого сырья. Достаточно взять любое битое стекло и немного дешевых минеральных добавок — песка, мела, угля или сажи. И конечно, необходимо знание технологии.

Теперь появилась возможность использовать сотни тонн стеклянного боя, засоряющего городские свалки. Ведь утилизировать его очень сложно. Рассуждая теоретически, чисто вымытые осколки одного вида стекла можно расплавить и вновь пустить в дело. Но на практике, в реальной жизни, разбитые стеклянные вещи не сортируют и не моют. А из кучи грязных битых кинескопов, зеркал, бутылок ничего хорошего не сварить — у разносортных стекол и свойства разные, подчас несовместимые. До сих пор битое стекло, особенно зеркальное, использовали для своих нужд только литераторы, и получалось у них мрачно — то злой тролль осколки кривого зеркала разбрасает, то у кого-то зеркальце разобьется с несчастьем, то и вовсе кого-то до смерти порежут... Поэтам и детям доставались цветные осколки. Но если ставить задачу сделать из стеклянного мусора что-то более сложное, чем элементарное устройство для наблюдения одним глазом мира в зеленых тонах, — тут без химиков не обойтись.

Простой и эффективный метод, разработанный и запатентованный московскими учеными, позволит утилизировать практически любое разбитое стекло. Сначала его надо измельчить, так, чтобы получился своего рода стеклянный песок из разноцветных разносортных песчинок-стекляшек. Это и есть основа будущей облицовочной плитки. Затем из него делают две смеси. В одну часть добавляют песок — это будет верхний декоративный слой. В другую добавляют тонкоизмельченный порошок пенообразователя. Это может быть мел, уголь или сажа — что-то такое, что при нагревании приведет к образованию в общей массе крошечных пузырьков: тогда этот слой получается пористым.

Обе смеси послойно насыпают в форму и нагревают в печи. Специаль-

но выбранный температурный режим позволяет в результате получить стеклянный пирог, в котором мельчайшие кусочки стекла сплавлены друг с другом. Нижний пенный его слой — непрозрачный, толщиной около 4 см. Он «отвечает» за то, чтобы покрытие было тепло- и звукоизолирующим. А верхний — сравнительно тонкий, 5–7 мм, обеспечивает внешнюю привлекательность будущей стены. Верхний слой обрабатывают механически — подравнивают края, немного шлифуют. В зависимости от состава исходной смеси цвет его получается разным, но все в целом выглядит не хуже, чем плитка из мрамора, хоть бы и каррарского.

Интересно, что новинка по механическим свойствам не только не уступает природным облицовочным материалам, но и кое в чем превосходит их. Плитки, например, тверже мрамора, достаточно прочны, исключительно устойчивы к истиранию и химическому воздействию. Конечно, как любое стекло, они боятся плавиковой кислоты, но это все-таки экзотический даже для химиков реагент.

Так что теперь, благодаря усилиям специалистов из «Менделеевки», хозяева свалок смогут собирать разбитые лампочки, кинескопы, бутылки и банки, а затем превращать их в красивые облицовочные плитки.

Краска вместо термометра

Возможно, пройдет не один год, прежде чем специалисты установят причину аварии космического челнока «Колумбия». А будь корабль покрашен краской, которую разработали в РХТУ, удалось бы ответить по крайней мере на один вопрос: не была ли слишком высока температура обшивки. Эта краска необратимо меняет свой цвет при нагреве и не горит даже при 1000 градусах.

Авиация, ракетная и космическая техника, энергетика, особенно атомная, металлургия — в этих и многих других областях необходимо точно знать, ка-

ким тепловым нагрузкам или, хуже того, перегрузкам подвергаются по ходу дела те или иные элементы конструкции. Но проверить температуру на большой площади, равно как и на поверхности движущихся деталей, с помощью обычного датчика или термометра и термопары бывает трудно, а иногда и просто невозможно. А если происходит непоправимое, то, устанавливая причину аварии, эксперты пытаются выяснить, не разрушилась ли какая-нибудь деталь от нагрева, — но заранее ведь никто не знал, где поставить термометр...

Обычно, чтобы зафиксировать нагрев, применяют приборы. А вот сотрудники РХТУ (кафедра химии и технологии кристаллов, прежнее название — химической технологии материалов квантовой электроники и электронных приборов) предложили принципиально иное решение проблемы. Они разработали так называемые термоиндикаторные краски, которые прекрасно держатся практически на любой поверхности и меняют свой цвет при нагревании окрашенного предмета до той или иной, строго определенной температуры. В результате поверхность, которая нагревается неравномерно, напоминает географическую карту, только разным цветом на ней обозначены не горы и долины, а температурные поля. По такой карте легко установить, не возникают ли при работе, например, двигателя локальные перегревы, а если возникают — то где и до каких именно температур.

Новые краски работают в интервале от 100 до 1100°C со средним шагом в 20°C и с точностью до 6°C. Иными словами, при увеличении темпе-

ратуры окрашенной поверхности даже на 10 градусов цвет ее изменится определенным образом, причем каждому интервалу температур соответствует своя цветовая гамма. Правда, меняется цвет необратимо. Это означает, что, раз изменившись при нагреве, например с желтого на зеленый, цвет уже не вернется опять к желтому, даже когда деталь остынет. Но если ее еще раз нагреть, причем посильнее, то цвет опять изменится и зафиксирует очередную подъем температуры.

Именно поэтому, с точки зрения авторов работы, такие краски могли бы быть незаменимым инструментом при проведении научно-исследовательских работ или испытаниях новых приборов. Впрочем, подобные краски пригодились бы и в обычной жизни. Например, неплохо было бы покрасить ими электрические провода, розетки и штекеры, тем более что краски, разработанные московскими химиками, хорошо держатся на металле, керамике, стекле и многочисленных полимерах.

Шнуры, несущие огонь

Английский инженер Уильям Бикфорд придумал свой фитиль в начале позапрошлого века. Тогда это был узкий тканый рукав, наполненный пороховой мякотью, иногда с добавками бертолетовой соли или сернистой сурьмы, и покрытый пеньковой оболочкой. Нынешние огнепроводные шнуры похожи на тот фитиль примерно так же, как телега — на гоночный автомобиль. Вот, например, разработка ученых кафедры химии и технологии полимерных материалов, порохов и твердых топ-



Огнепроводные шнуры горят, даже если они завязаны в узел или находятся в воде. А в середине шнура можно, как в макаронине, сделать отверстие — тогда он будет гореть значительно быстрее



Если на образец нанести краску, а потом пропустить через него электрический ток, то он нагреется, а краска изменит свой цвет. Сечение образца переменное, он нагревается неравномерно, поэтому и цвет краски меняется вдоль образца



лив РХТУ им. Д.И.Менделеева. Их шнуры, внешне напоминающие длинные и очень тонкие резиновые трубочки или шляпные резинки, позволяют передавать огневой или тепловой импульс (так на языке специалистов называют огонек, бегущий от одного конца шнура к другому) с заранее заданной скоростью практически на любое расстояние даже под водой и в вакууме. Их можно использовать для фейерверков, а можно — для обнаружения пожаров и запуска пожаротушащих устройств.

Основа шнуров столь разного назначения одна — энергонасыщенные полимерные композиты, состав которых был предложен и запатентован московскими химиками. В конечном счете они представляют собой твердый полимер в форме тонких и длинных эластичных макаронин (с дырочкой или без), полученных методом проходного прессования. И никакой оболочки! В этом-то их главное преимущество перед другими родственниками фитиля Бикфорда. Ведь до сих пор передающую огонь начинку обязательно защищали непромокаемой внешней оболочкой, а внутри располагали направляющую нить. Это сразу накладывает ограничения. Все традиционные шнуры довольно толсты (диаметром около 5–7 мм), поджигать их можно только с торца, сделать их бесконечно длинными не получится и приходится сращивать концы особыми приспособлениями, да и варьировать скорость передачи импульса не слишком хорошо удается. Кроме того, если у них случайно повредить сердцевину, горение остановится и дело кончится «пшиком».

Шнуры из РХТУ, благодаря своему уникальному строению, всех этих не-

достатков лишены. Так как по структуре они однородны, то передавать огонек может и поврежденный шнур, лишь бы не совсем перерезанный. Кроме того, их можно сделать совсем тонкими — диаметром 1–2 мм — и бесконечно длинными.

Варьируя состав и форму — полимерные шнуры могут быть сплошными или в виде трубочек, — исследователи научились и управлять скоростью передачи импульса в интервале от 0,002 до 3 м/с, и делать шнуры различного назначения, как для пожаротушащих генераторов, так и для огненной потехи.

А поскольку оболочки нет, то активироваться они могут в любом месте, а не обязательно с торца, как обычно. Это свойство особенно важно для термомчувствительной модификации шнуров, которые позволяют передать тепловой импульс от очага возгорания к системе пожаротушения. Достаточно будет языку пламени в любом месте лизнуть такой шнур, и яркий безопасный огонек побегит к противопожарному устройству со скоростью в 10–20 раз большей, чем у традиционных бикфордовых шнуров, оставляя за собой лишь слой легчайшей пыли.

Краска под дождем

Уникальные материалы разработали ученые кафедры химии и технологии полимерных пленкообразующих материалов РХТУ. Созданные ими лаки и эмали не боятся воды, ими можно красить даже мокрые поверхности, а прослужит такое покрытие намного дольше, чем обычное, — лет двадцать, не меньше.

Новые краски — близкие родственники, можно сказать, сводные братья хорошо знакомой всем нам эпоксидной смолы. Она, как известно, состоит из двух частей: собственно эпоксидной основы и отвердителя, которые перед употреблением смешивают. Растворитель улетит, а ингредиенты прореагируют между собой с образованием прочного и гладкого слоя. Работать с эпоксидкой надо быстро: не успеешь — компоненты прореагируют прямо в банке, и та превратится в единое целое с твердым содержимым и палочкой для перемешивания...

В придуманных «менделеевцами» материалах основа та же — эпоксидная, но вот отвердители они взяли другой, вернее, модифицировали, изменили химическую структуру старого. Это был весьма хитроумный ход. Дело в том, что для связи с эпоксидной основой новому отвердителю необходима вода. Достаточно и влаги из воздуха, но чем больше — тем лучше. Именно поэтому красить можно и при



ТЕХНОЛОГИИ

стопроцентной влажности воздуха, и в дождь, и даже под водой. Обычная эпоксидка в таких условиях не затвердеет, останется на поверхности липкими каплями, а новая — только еще быстрее застынет. (О подводных клеях, в том числе и на эпоксидной основе, см «Химию и жизнь», 2002, № 12.)

Возможность красить мокрые поверхности — не единственное преимущество новой эпоксидки. Во-первых, после смешивания компонентов она дольше не твердеет, и ее можно использовать в течение восьми часов, то есть полный рабочий день. Специалисты это свойство называют высокой жизнеспособностью. Во-вторых, покрытие из нее — исключительно адгезионно-прочное, можно сказать, к поверхности приклеивается намертво. Есть такой тест: металлическую пластину с нанесенным слоем лака или эмали бросаю в горячую воду (почти кипятки, 80°C) на две недели. В таких экстремальных условиях обычная эпоксидка не выдерживает, отслаивается, а новая — держится, как влитая, даже еще крепче делается.

Кроме того, покрытие поразительно долговечно. Обычный слой лака на эпоксидной основе прослужит не больше четырех лет, на самом деле — года два. А новинка не потеряет прочности и блеска гораздо дольше — лет двадцать.

По мнению авторов, использовать созданные и запатентованные ими материалы можно и должно в самых разных областях: при строительстве домов, шахт и судов, морских платформ и портовых сооружений, трубопроводов и сетей водо-, тепло- и газоснабжения. Ведь такие прочные и надежные антикоррозионные покрытия можно наносить и весной, и осенью, не дожидаясь редких погожих дней, и во влажных подземельях, и под водой. А еще это очень хороший, прочный клей, который выдерживает и очень низкие, и высокие температуры.

Образцы эпоксидного покрытия проходят испытания



Ткань будущего: ингредиенты известны

О.Рындина

В наше время, наверное, уже нельзя придумать ничего такого, что перевернуло бы мир. Новые технологии во всем — от продуктов питания до автомобилей на водороде — давно сделались частью повседневной жизни. Мобильные телефоны становятся все меньше, молодость — все дольше (вспомним мать пушкинской Татьяны, «старушку Ларину», — ей было 36 лет!), а ткани — все невесомее. При этом «функциональность» с потерей в объеме, весе и морщинах только увеличивается. О компьютерах, устаревающих уже на пути к прилавку, и говорить не приходится. Но сегодня мы не будем рассуждать о последних новинках косметологии и медицины, цифровом изображении и суперпроцессорах. Тема дня — ткани.

Для начала — краткий экскурс в историю. Без лайкры и микрофибры не то что трудно — практически невозможно представить себе наше существование. Из того, что на слуху (и соответственно в быту) появилось относительно недавно, первое — это гортекс («Gore Tex»).



Ткань имени Гора

Обувь, перчатки, куртки из гортекса есть еще не у каждого второго, но — есть. (Кстати, почитать по-русски о том, удобно ли одеваться в гортекс, можно в Интернете на сайте, посвященном велоспорту, <http://realbiker.inc.ru>). В чем причина популярности этого материала? Американец У.Л.Гор (который, недолго думая, окрестил свое изобретение своим же именем) сегодня лидирует на рынке непромокаемого текстиля. Он придумал микроперфорированную мембрану, которая не пропускает дождевые капли, но пропускает испаренную влагу, иначе говоря — дышит. Нынешней зимой предпринимчивый изобретатель выпустил в свет лыжную куртку «Эрвантаж». Она представляет собой ветровку из знаменитого гортекса с подкладкой в виде жилета с надуваемыми полостями. Для того чтобы куртка стала на 15 мм толще, достаточно подуть в клапан на воротнике. На средний размер одежды требуется 4–5 литров воздуха. Такая воздушная подушка защищает от холода до -10°C . Когда становится слишком жарко, лиш-

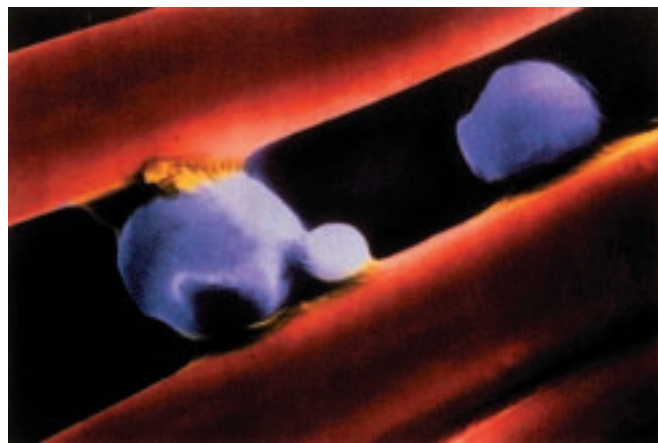
ний воздух можно просто выпустить. Цена новинки колеблется от 200 до 590 евро, в зависимости от престижности марки-производителя.

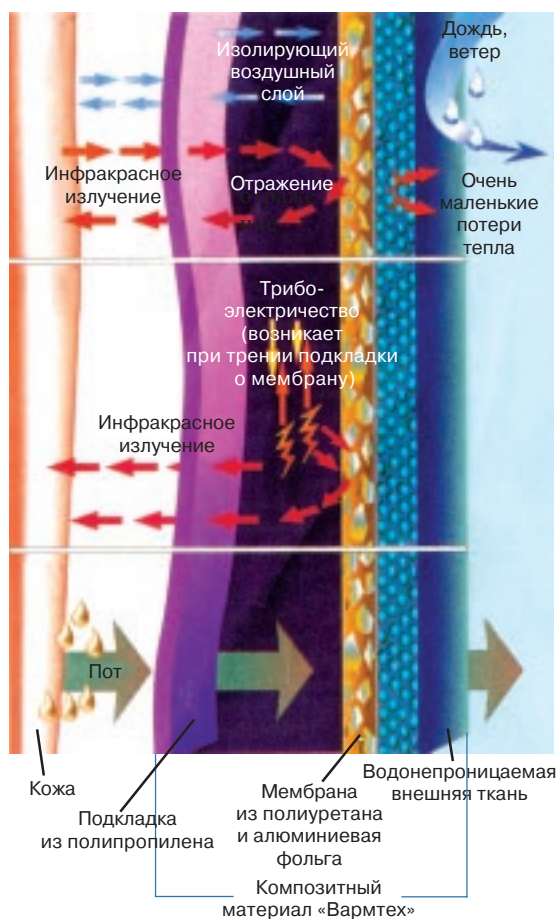
Но если проблема дышащей влаго- непроницаемой одежды была в принципе решена, то создать «умную» ткань, приспособливающуюся к смене температур без помощи человека, казалось невозможным.

Парафиновый метод

Пятнадцать лет назад в НАСА придумали технологию «материала, меняющего состояние», которую затем претворила в жизнь компания «Аутласт технолоджис» («Outlast Technologies»). Вот уже пять лет это изобретение доступно широкой публике. В основе метода лежит неоспоримый физический принцип — что-бы расплавить вещество,

его нужно нагреть. Когда это вещество, охлаждаясь, затвердевает, оно это тепло отдает. «Аутласт» сделала маленькие капсулы с парафином в виде микрошариков (термокулов), которые «вживляют» непосредственно в нити нейлона или в другое полиэфирное волокно. Как это работает? Когда анорак «Аутласт» находится в комнате, разогретой до 20°C , парафин в шариках превращается в жидкость. А на улице, например при -20°C , шарики





Новый материал: изолирует, согревает, дышит

твердеют, выделяя тепло в течение нескольких часов. Если же из-за физических усилий вам вдруг станет жарко, часть капсул снова расплавится — и так до бесконечности.

Теоретически — метод превосходен. На практике же парафин застывает и плавится медленно, особенно при незначительных перепадах температур. Но самое неудобное то, что для получения ощутимого эффекта необходимо 200–300 г парафина на 1 кв. м ткани. А кому нужна повседневная одежда, тяжеленная как броня?

«Вармтех» — материал будущего?

В последнее время любители зимних видов спорта отдают предпочтение технике «три в одном»: теплое нижнее белье, толстовка и ветровка. Поэтому главная цель всех производителей теплой одежды — достичь такого же эффекта, но в одном предмете. Надо сказать, что подобные попытки предпринимались неоднократно. Одно из подобных изобретений — милар, ткань, покрытая тонким слоем алюминия. Именно она вдохновила француза Мишеля Флуkenара на создание принципиально нового материала.

Новизна его подхода не в изобре-

тении очередной супертехнологии, а в сочетании технологий уже известных и хорошо зарекомендовавших себя на рынке. Начал Флуkenар с устранения недостатков милара. Алюминиевое покрытие было слишком хрупким и быстро рвалось, поэтому после консультации с профессионалами изобретатель приклеил его к ткани. Оставалась проблема вентиляции, поскольку слой алюминия препятствовал испарению влаги, и Флуkenар проделал в нем много дырочек, а для тепла добавил подкладку из полихлорвинила. Эта ткань не только теплонепроницаема, но и сама вырабатывает тепло благодаря трибоэлектричеству — оно возникает при трении двух материалов. Трение полихлорвинила о милар (или любую другую материю) вызывает разделение зарядов. После потери контакта между тканями происходит разрядка, заряды возвращаются в исходное состояние, и при этом выделяется тепло. Это тепло распределяется между подкладкой и мембраной, и, как утверждают разработчики, температура композита может повыситься почти на 5°C.

В 1998 году из этой парочки — полихлорвинила с алюминием были сделаны стельки — теплые, непромокаемые и дышащие. Их даже опробовали в одной из антарктических экспедиций. Результаты обнадеживали. Однако возникла еще одна проблема — алюминий оказался слишком шумным. Кому понравятся стельки, шуршащие при каждом шаге? При этом из-за трения они очень быстро изнашивались.

Однако Мишель Флуkenар уже не мог думать ни о чем другом. В Германии он познакомился с технологами компании «PolyCoating», производящей полимерную пленку, и эта встреча стала знаменательной для обеих сторон. Появилась идея включить частички алюминия в гидрофильную полиуретановую пленку, толщины едва в миллиметр, которую обыч-

но используют в производстве дышащих тканей. Так родилась мембрана «Вармтех» («WarmTech»), 30% которой составляли частицы алюминия. К ней прикрепили плавающую подкладку из полипропилена (по свойствам подобную полихлорвинилу, но без хлора), а потом внешнюю непромокаемую и дышащую ткань. И вот ультратонкий защищающий материал готов к употреблению. Про стельки забыли, и после пяти лет поисков и исследований из новой ткани решили шить парки, перчатки и спальные мешки.

В июне 2002 года новая композитная ткань прошла испытания во французском Институте текстиля и швейной промышленности. Но для запуска в серийное производство этого недостаточно. Сейчас готовится программа повседневных испытаний в реальных условиях с группой людей — только они и будут действительно значимыми.

В ожидании результатов дело все же не стоит на месте. Изобретатель Мишель Флуkenар — отныне президент собственной компании, и партнеры у него очень серьезные.

Немецкий концерн будет производить пленку и подкладку с лицензированными приспособлениями для склейки, и затем продавать все это изготовителям. Поступление в продажу планируется зимой 2003–2004 года, а предварительная розничная цена — от 300 до 400 евро за парку.

Внешне суперкуртка выглядит как обычная ветровка, и, помимо очевидных преимуществ, это порождает серьезную психологическую проблему. Ведь в сознании людей прочно сидит стереотип: чем материал теплее, тем он толще. Флуkenару придется убедить их в обратном.

По материалам журнала «Science et Avenir», февраль 2003 г.

SOS от ДНК

C.J. Bakkenist, M.B. Kastan, «Nature», 2003, v.421, p.499

Под действием ионизирующей радиации хромосомная ДНК может повреждаться, причем самая серьезная поломка — разрыв обеих ее цепей. Клетка, с которой случилось такое несчастье, должна либо восстановить нормальную структуру своей ДНК, либо самоликвидироваться, совершить апоптоз — иначе она рискует стать раковой и погубить весь организм.

Исследователи из Детского госпиталя Сент-Иуды в Мемфисе (штат Теннесси) выяснили, что разрыв хромосомы сопровождается сигналом, который активирует протеинкиназу ATM. Мутация в гене этого очень большого фермента приводит к известной медикам анемии, симптомы которой — иммунодефицит, умственная дегенерация, стерильность, чувствительность к радиации и высокая вероятность рака, поскольку клетки теряют способность сшивать оборванные концы ДНК.

Белки ATM хранятся в клетке в виде димеров, и в таком состоянии они неактивны. При получении сигнала о разрыве ДНК оба мономера фосфорилируют друг друга в строго определенных местах (по аминокислоте серину на 1981-й позиции в полипептидной цепи), разъединяются и начинают присоединять фосфатные группы к определенным белкам, в результате чего клеточный цикл приостанавливается и запускается процесс репарации. Если он заканчивается неудачей, клетка переходит на путь апоптоза.

Димеры ATM могут находиться на большом расстоянии от места повреждения ДНК, тем не менее информация о хромосомной аварии к ним поступает. Видимо, разрыв ДНК вызывает изменения структуры хро-

тина, охватывающие всю хромосому, но в деталях пока не известно, в чем именно заключается сигнал SOS.

А норвежские биохимики выяснили, что в клетках происходит репарация не только ДНК, как главного и незаменимого носителя генетической информации, но и молекул РНК. Ведь если бы каждую поврежденную РНК (скажем, рибосомную) приходилось разрушать и синтезировать заново, то на это уходило бы много внутриклеточных ресурсов. Оказалось, что клетка не позволяет себе такой роскоши и пытается их починить.

Один из распространенных видов поломок нуклеиновых кислот — ошибочное, случайное метилирование некоторых из входящих в них оснований. Этому могут способствовать загрязнители окружающей среды, например табачный дым. Ранее было показано, что у бактерии *E.coli* есть фермент AlkB, который отщепляет такие ошибочно присоединенные метильные группы от оснований ДНК. И вот теперь показано, что они ремонтируют также РНК и что у человека есть аналогичные белки, которые выполняют те же функции («*Nature*», 2002, v.421, p.859).

Сейчас ДНК и РНК интересует не только биологов и медиков, но и нанотехнологов, которые хотят использовать способность полинуклеотидов распознавать определенные цепочки мономеров и осуществлять специфическое спаривание с ними для монтажа наносхем. Отрабатывая эту технологию, нидерландские и испанские химики пришли к концам углеродных нанотрубок цепочки из ПНК длиной 12 оснований. (ПНК — пептидная нуклеиновая кислота, в которой основания ДНК присоединены не к сахаро-фосфатному, а к пептидному остову. Она имеет несколько преимуществ перед дезоксирибонуклеиновой кислотой: не расщепляется нуклеазами,

образует более устойчивые дуплексы с цепями ДНК, совместима с разными растворителями.)

Если затем в раствор вводили комплементарные одноцепочечные фрагменты ДНК, то они формировали с ПНК двухцепочечные комплексы. Значит, с помощью таких биополимерных скрепок можно будет соединять нанотрубки («*Nature*», 2002, v.420, p.761).

Нынешней весной научный мир отмечал полвека открытия двойной спирали — статья о ней размером всего в одну журнальную страницу была опубликована в «*Nature*» 25 апреля 1953 года. А 23 января 2003 года «*Nature*» поместила подборку материалов об истории открытия и современных исследованиях самой главной молекулы (создан также специальный сайт, который будет обновляться в течение года: nature.com/nature/DNA50). Кроме того, вышли новые биографические книги, посвященные Дж.Уотсону и Р.Фрэнклину (V.K.McElheny. «*Watson and DNA: Making a Scientific Revolution*»; B.Maddox. «*Rosalind Franklin. The Dark Lady of DNA*»).

Генный нокаут

R.S.Kamath et al., «Nature», 2003, v.421, p.231; K.Ashrafi et al., p.268

Расшифровка генома нематоды *C.elegans* показала, что в нем закодированы 19 757 белков. И теперь начаты систематические и широкомасштабные исследования, направленные на выяснение функций каждого из них. Английские генетики последовательно выключали (тут применяют боксерский термин *knockout*) один ген за другим и смотрели, как это сказывается на развитии чер-



вяков (об этом говорится в первой из упомянутых статей); особо обращали внимание, влияет ли данный ген на синтез жиров (вторая статья).

В 1998 году было обнаружено, что малые двухцепочечные РНК (дцРНК) вызывают деградацию комплементарной информационной РНК, то есть подавляют экспрессию соответствующего гена; это явление называли РНК-интерференцией (см. «Новости науки», 1998, № 5; 2000, № 12; 2001, № 12). В норме дцРНК помогают организмам защищаться от чужеродных генетических элементов и вирусов. Ученые же стали использовать их для направленного выключения того или иного гена, причем в случае нематод делать это особенно удобно — достаточно добавлять дцРНК в их корм. А поскольку в рацион *C.elegans* входит и кишечная палочка *E.coli*, то, вводя в бактерии плазмиду с последовательностью, кодирующей нужную дцРНК, добиваются выключения гена в клетках нематоды.

Последствия четко заметны не только у самих червячков, но и у их потомков. Оказалось, что инактивация примерно каждого десятичного гена нарушает нормальное развитие нематод — одни гибнут на стадии эмбриона или личинки, другие растут медленно, третьи дают стерильные особи с дефектами строения. Причем выбивание тех генов, у которых есть аналоги в других эукариотах (то есть жизненно важных), чаще приводит к тяжелым последствиям.

Авторы второй статьи добавляли флуоресцентные метки в пищу червякам и спектроскопически определяли ход синтеза жиров в их клетках. Они выявили 305 генов, выключение которых уменьшает содержание жиров, и 112 — увеличивает. Оказалось, что похожие гены есть и у человека, поэтому полученные данные, вероятно, помогут разработать но-

вые лекарства от ожирения.

Наборы плазмид и модифицированных ими *E.coli* будут служить и для изучения других аспектов жизнедеятельности нематоды. Методика выбивания генов совершенствуется и вскоре, видимо, позволит работать с клетками высших организмов.

Кстати, в геномах часто встречаются дублиеты генов — две их копии, и 30 лет назад японский биолог С.Оно обсуждал роль таких повторов в биологической эволюции. По его идее, наличие в геноме дублирования позволяет одной из копий мутировать в поисках более удачного варианта кодируемого белка, в то время как другая копия продолжает выполнять свои функции.

Дублирование сказывается и на результатах опытов по инактивации одной из копий. Ранее микробиологи проделали такую работу: у дрожжей *S.cerevisiae* с полностью расшифрованным геномом последовательно выключали по одному гену (а всего их 6357) и помещали в различные среды; роль каждого гена оценивали по способности дрожжей размножаться в данной среде.

Теперь американские генетики решили проверить, помогает ли дрожжам выживать в неблагоприятных условиях дубликация генов. С помощью компьютера они выявили в геноме гомологичные последовательности (совпадающие хотя бы наполовину) и обнаружили, что примерно каждый четвертый ген имеет напарника. После этого они снова — с учетом наличия двойников — проанализировали данные о выживаемости дрожжей в разных условиях и обнаружили, что выбивание гена-одиночки, как правило, имеет более плачевные последствия, чем имеющих двойников (когда одна из версий гена не вы-

ключена). Получается, что наличие даже плохих, то есть сильно разошедшихся, копий в среднем повышает уровень выживаемости.

Значит, гены-родственники в той или иной степени взаимозаменяемы, и это увеличивает надежность работы генома, его помехозащищенность (*Z.Gu et al.*, «Nature», 2003, v.421, p.63).

Атомы-вычислители

«Nature», 2003, v.421, p.29

Хотя в области использования квантовых эффектов для проведения вычислений делаются лишь первые шаги, в Лондоне уже прошла конференция «Практическая реализация квантовых информационных процессов». Первая задача, которую необходимо решить при создании квантовых компьютеров, — это организовать микрообъекты (элементарные частицы, ядра, атомы или молекулы) так, чтобы они образовали единую квантовую систему и при этом она была бы ограждена от хаотических взаимодействий с окружающей средой.

Один из методов достижения этой цели заключается в том, чтобы использовать спин-спиновые взаимодействия ядер атомов, управляемых, как и в ЯМР-спектроскопии, с помощью радиоимпульсов (см. «Новости науки», 1998, № 11). Другой подход основан на использовании ловушек для отдельных ионов или атомов. Так, австрийские специалисты (Университет Инсбрука) поймали несколько ионов в электромагнитные ловушки и контролировали их поведение с помощью лучей лазера.

Американские исследователи из Национального института стандартов и технологии ловят не ионы, а сверххолодные нейтральные атомы, для чего используют оптическую решетку, которую создают путем интерференции лазерных лучей. В

каждой ее ячейке может находиться один атом, и между ними происходят информационные обмены.

Такие системы уже способны выполнять простейшие логические функции, на которых со временем, как ожидают ученые, будут основаны более сложные алгоритмы. Однако работать с такими эфемерными образованиями неудобно, и потому многие авторы считают, что более перспективны кристаллические системы. Например, в кремниевую матрицу имплантируют и упорядоченно располагают атомы фосфора, и к каждому из них подводят свой управляющий электрод. В университете Южного Уэльса уже осуществили эту идею, правда, их кристалл содержит всего лишь два атома фосфора.

Еще одно направление — попытки использовать в качестве основного элемента сквид, то есть сверхпроводящий квантовый интерференционный датчик, работающий при температуре в несколько кельвинов. В нем два сверхпроводника разделены тонким изолирующим слоем, через который могут туннелировать куперовские пары электронов, не нарушая когерентности волн материи по разные стороны барьера (такой эффект предсказал в 1962 году американский физик Б.Джозефсон, получивший Нобелевскую премию в 1973 году). Сквиды представляют собой чрезвычайно чувствительные интерферометры, которые используют для детектирования слабых сигналов, скажем, электромагнитного излучения мозга. И вот теперь шведские физики (Университет Гетеборга) начали строить из них квантовые компьютеры. На этом пути успешно продвигается и российско-японская группа («Nature», 2003, v.421, p.823).

По общему мнению, первой областью практического применения подобных устройств станет криптография. Но пока не ясно, когда это произойдет.

Подготовил
Л.Верховский

Автор статьи — специалист в области безуглеродных (неорганических) высокомолекулярных соединений и полимеров на их основе

Доктор технических наук,
профессор
О.С.Сироткин

ХИМИЯ на своем месте

*Открылась бездна,
звезд полна:
Звездам числа нет,
бездне дна.*

М.В.Ломоносов

Написать эту статью меня побудили некоторые публикации в журнале «Химия и жизнь», обстоятельства моей научной карьеры и встречи с учеными-химиками и физиками на различных конференциях. Коротко проблему можно сформулировать так: в химии как в науке нет единства. Нет четко определенных фундаментальных основ, на которых произрастало бы пышное древо химии с ее органическими, неорганическими и прочими ветвями. Здесь очень важно разделить фундаментальные основы химии и физики. Пока эта задача не решена, невозможно развитие теоретического фундамента химии как единой науки и учебной дисциплины.

Впрочем, многие думают, что у химии есть фундамент — физический! Начиная с Ньютона, многие ученые пытались свести химию к механике. По мнению академика РАН А.Л.Бучаченко, фундаментальные основы

Хронология становления понятийного аппарата химии и общих характеристик химической индивидуальности

- Середина V в.* В греческих письменных источниках (например, у Зосимы из Панополиса) появился термин «химия» (Chymeia).
- 1624 (1647?)* П.Гассенди ввел понятие «молекула».
- 1661* Р.Бойль развил представление о «химическом элементе».
- 1704* И.Ньютон предположил, что «частицы притягиваются... некоей силой, которая... производит на малых расстояниях... химические действия».
- 1741* М.В.Ломоносов дал определение «элемента» (атома) и «корпускулы» (молекулы) и заложил основы двухуровневой (атомно-молекулярной) организации вещества.
- 1749* П.Макер ввел термин «химическое соединение» (как гетероатомное вещество).
- 1811* И.Берцеллиус ввел понятие «электроотрицательность».
- 1833* М.Годен разграничил понятия «атом» и «молекула» и ввел представление об одно-, двух- и многоатомных молекулах.
- 1848* Ш.Жерар изложил основы «унитарной системы» химии, четко разграничив понятия «атом», «молекула» и «эквивалент».
- 1857* Р.Бунзен и Г.Роско рассмотрели «химическое превращение» как последовательное перераспределение связей между атомами реагентов.
- 1861* А.М.Бутлеров сформулировал основные положения теории «химического строения» вещества (структурной теории).
- 1868* Г.Вихельгауз ввел термин «валентность».
- 1869–1871* Д.И.Менделеев открыл периодический закон и систему атомов («элементов»), позволившую со временем установить взаимосвязь между структурой и свойствами химических соединений.
- 1884* М.Паттисон Мюир ввел понятие «химическая кинетика» и дал его определение.
- 1889* В.Оствальд ввел термин «комплексные соединения».
- 1900* П.Друде предложил модель металлической структуры.
- 1907* Н.А.Морозов в работе «Теория образования химических элементов» показал возможность образования межатомной связи «парой электронов».
- 1912* Н.С.Курнаков ввел термины «бертоллиды» и «дальтониды» для обозначения, соответственно, неопределенных и определенных соединений.
- 1913* Г.Льюис ввел термин «металлическая связь».
- 1914* Н.С.Курнаков дал определение «химического индивида».
- 1915* И.Штарк ввел понятие «валентные электроны».
- 1916* В.Коссель развил теорию ионной химической связи. Г.Льюис развил теорию ковалентной химической связи.
- 1931* Ф.Хунд ввел представления о р- и s-связях в молекулах.
- 1931–1934* Л.Полинг и Дж.Слейтер разработали квантово-механический метод валентных связей.
- 1932* Р.Малликен ввел термин «молекулярная орбиталь» и развил метод (МО).
- 1932–1938* Л.Полинг охарактеризовал электроотрицательность как способность «атома» в молекуле притягивать к себе электроны, опубликовал полную шкалу электроотрицательностей и предпринял попытку комплексно рассмотреть природу связи и структуру гетероядерных химических соединений.
- 1941* Н.В.Агеев начал работы, показавшие, что специфика химических связей в металлических сплавах определяет их структуру и свойства.

Отметим, что вышеприведенные данные однозначно свидетельствуют о том, что понятийный аппарат и фундаментальные основы химии как единой строгой и унитарной науки и учебной дисциплины еще не сформировались.



химии были заложены в начале XX века, и по сей день они стоят на трех китах: уравнении Шредингера, принципе Паули и волновых функциях частицы. А ведь эти три кита относятся прежде всего не к атомам и не к молекулам, а к элементарным частицам (которые в индивидуальном виде не существуют). По его же мнению, химическое взаимодействие вообще может быть сведено к электростатическому — кулоновскому (?!), а «химическую реакцию следует рассматривать как физический процесс...». О неразделимости союза химии и физики я слышал также из уст академика РАН, декана факультета наук о материалах МГУ, заведующего кафедрой неорганической химии Ю.Д. Третьякова: «Химия и физика неразделимы как сиамские близнецы». Попытки «офизичивания» химии предпринимал в свое время и Р. Фейнман: «Фундаментальная теоретическая химия — это на самом деле физика»

Вряд ли с этим можно согласиться. Профессор Г.Г. Герц, заведующий кафедрой физической химии и электрохимии Университета города Карлсруэ, считает, что основной причиной фундаментальной недоразвитости химии является физика: «Химию съела физика. Еще Оствальд сражался против ньютонизации химии и говорил, что химия есть нечто вполне самостоятельное и нельзя загонять ее в ньютоновскую механику» («Химия и жизнь», 1984, №10). Современный симбиоз химии и физики в теоретической химии больше напоминает кентавра (голова и шея — физика, а рабочее тело — химия) или же мула. А подобные гибриды, как известно, — существа без будущего, неспособные производить потомство.

Химики сами виноваты в том, что недопонимают фундаментальную индивидуальность своей науки. Как верно подметил академик АН СССР Н.Н. Семенов, «химический процесс так капризен, так индивидуален, что химики почти забыли думать о возможности создания... обобщающих законов. Но это не значит, что таких фундаментальных законов, как в фи-

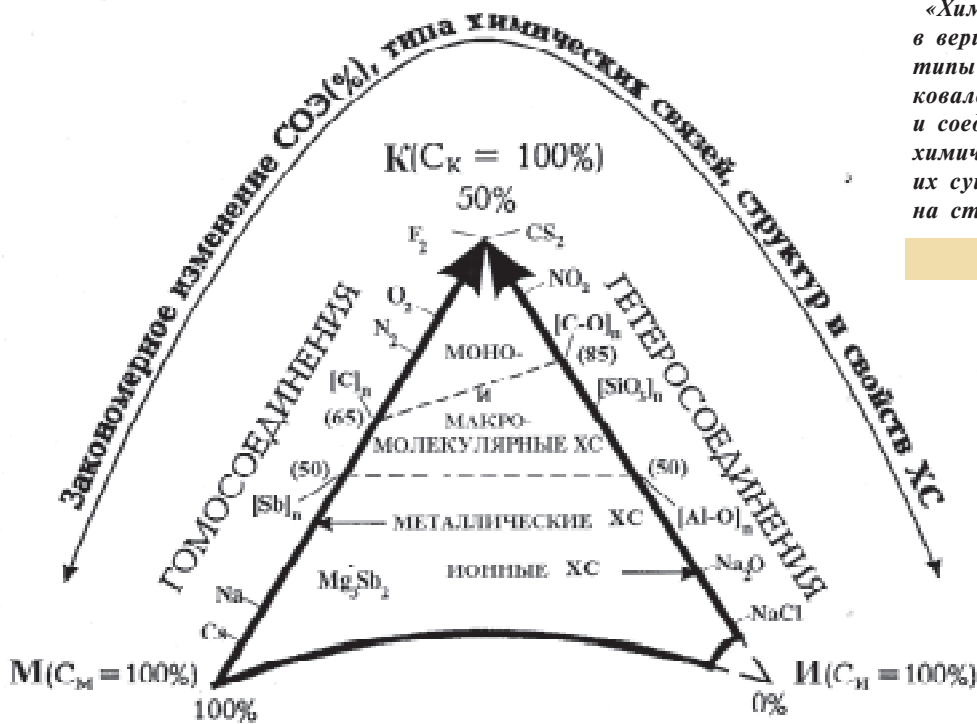
зике второе начало термодинамики или уравнение Максвелла, в химии нет». Фундаментальные законы должны быть, но химикам некогда — они вынуждены направлять все силы на практические исследования и пользоваться услугами теоретической физики, которая часто грешит формализацией своих моделей, не учитывая химическую индивидуальность веществ и процессов. Слова академика РАН Н.А. Платэ: «Природа не знает деления на химию такую и этакую, органическую и неорганическую, аналитическую и физическую» — я считаю главной методологической основой для решения главной проблемы химии к началу XXI века (и третьего тысячелетия), поскольку они четко формулируют единство химии. Только восстановление самостоятельности химии, можно говорить о ее разумной интеграции с физикой, биологией и другими науками, так как в этом случае химии уже не будет грозить реальная опасность исчезновения как самостоятельной естественной науки.

Но сегодняшняя химия настолько потеряла свою целостность и индивидуальность, что вполне уместен шекспировский вопрос: «*To be or not to be?*» Сегодня нет не только единой теории строения химических веществ, но и общепринятых строго научных определений основных понятий химии: химическая связь, химическое соединение, химическая структура, химическое свойство и превращение. Основная причина — разделение химии на множество самостоятельных разделов. Я насчитал около 50 «различных» химий, а академик РАН В.М. Бузник, раскрывая уникальную роль химии в нашей жизни («Роль химии в устойчивом развитии общества». Хабаровск, Дальнаука, 1999) обнаружил более 70 химических дисциплин. Вторая причина — глобальная зависимость фундаментальных начал химии от физики. Третья причина, как ни странно, связана с колоссальной практической значимостью химических превращений на Земле. А обратная сторона этого факта — то, что химию нередко рассмат-

ривают прежде всего как прикладную науку. Никто не спорит, что основная форма существования материи — это химические соединения. Земная кора и минералы, вода и атмосфера, растительный и животный мир — все это химические вещества в индивидуальном виде или в виде ассоциатов. Известно около 10–15 млн. индивидуальных химических соединений, что в сотни тысяч раз превосходит число физических (атомных) и элементарных веществ. Мы даже можем утверждать, что жизнь на Земле есть концентрированное выражение химической целесообразности. Устойчивое развитие общества напрямую зависит от энергии, материалов, продовольствия, что, в свою очередь, связано с химическими соединениями и превращением веществ. Химия в этом плане одна из основных наук, но именно поэтому она размыта, раздроблена на кусочки, включенные в другие науки.

К концу XX века накопилось такое количество химической информации, что наконец неминуем переход количества в принципиально новое качество. Можно считать, что мы стоим на пороге нового этапа развития химии — становления ее как самостоятельной фундаментальной и целостной естественной науки. На смену парадигме двухуровневого строения вещества (атомно-молекулярному учению с акцентом на пару «атом — химический элемент» и молекулы) неизбежно приходит парадигма многоуровневого строения микромира. Последняя предполагает существование различных уровней строения вещества: элементарного ультрамикроскопического, атомного-микроскопического, химического, биохимического и др. Каждый из них можно характеризовать собственными понятиями, а химический уровень легко выделить как индивидуальный.

Именно химическое соединение (молекулярное и немолекулярное) — главный объект химии. Если это так, то становится понятным, что Периодическая система Д.И. Менделеева, по существу, не может претендовать



«Химический треугольник»:
 в вершинах расположены предельные
 типы химических связей (ионная «И»,
 ковалентная «К», металлическая «М»)
 и соединений. Реальные химические связи,
 химические соединения (ХС) и области
 их существования расположены
 на сторонах и площади треугольника

на главенство в химии, поскольку индивидуальный атом не является химическим веществом. Бульшую ценность в становлении и развитии фундаментальной химической индивидуальности имеет теория химического строения вещества А.М.Бутлерова, предполагающая новое химическое качество молекулы. Атом — вещество физического, а не химического уровня, то есть между химией и физикой стало возможно наконец-то провести четкую границу. Раскрыв существование и индивидуальность таких фундаментальных понятий, как химическая связь, химическое соединение, химическая структура (химическое строение), химическое свойство, химическая реакция (химическое превращение), химическая реакционная способность), мы раскроем и фундаментальную индивидуальность этой науки. Эта работа уже активно ведется (Березин Б.Д. Ограниченность классических методов преподавания естественных наук в высшей школе. Изв. Вузов. «Химия и химическая технология». 1999, т.42, № 2, с. 139–142; Левцкий М.М. Язык химиков XX столетия. «Российский химический журнал». 2000, т. XLIV, № 6, с. 98–112; Устынюк Ю.А. Химия и химическое образование на рубеже веков: смена целей, методов и поколений специалистов. Там же. 2001, т. XLV, № 2, с. 83–91; Липпард С. Дж. Тихая революция

в химии. Там же. 2001, т. XLV, № 2, с. 92–93. и др.).

Итак, химия начинается с химического соединения (вещества), а не с атома, которому бесполезно приписывать химические свойства в силу отсутствия (по А.М.Бутлерову) у него химического строения. Точнее, химия начинается с биядерного вещества или с двухатомного (гомо- или гетеро-) химического соединения атомов (типа Н–Н, О–О, НСl и т. д.). Главная научная основа современной химии — это разработанная А. М. Бутлеровым теория химического строения, которая в 1861 году (после принятия в 1860 году в Карлсруэ атомно-молекулярного учения) впервые обосновала новое фундаментальное качество молекулы и ее отличие от атома. Новое определение этой науки может звучать так: «Химия — это наука о химических соединениях атомов (химических веществах) и их превращениях» или «Химия — это наука о вещественной форме материи образованной из не менее двух ядер, связанных обобществленными (валентными) электронами».

Наличие химической связи в веществе — главный критерий того, является ли оно химическим. Ни элементарная частица, ни атом этому критерию не удовлетворяют. В рамках такого подхода теряют всякий смысл претензии физической науки на приоритет в создании теоретических основ

химии. Нельзя же, в самом деле, перенести законы и модели элементарного и атомарного уровня организации вещества на химический! Неэффективность этих подходов подтверждает разочарование по поводу ожидавшихся фундаментальных открытий в начале использования квантово-механических методов в химии, а также пессимизм ряда зарубежных ученых, утверждающих, что основные законы природы уже открыты и фундаментальная наука близится к концу (Horgan J. The End of the Science. N.Y.: Broadway Books, 1997; Крылов О.В. Будет ли конец науки? «Российский Химический Журнал», 1999, т.43, № 6, с.96–108.). Ничего не могу сказать по поводу того, наступил ли «конец физики», пускай ответ на этот вопрос дадут профессиональные физики. Что касается химии, именно благодаря своей «фундаментальной неразвитости» будущее химии не вызывает сомнения. Понимание этого и неудовлетворенность подобной ситуацией неизбежно приведут к раскрытию существа химии, с последующим колоссальным прорывом в совершенствовании традиционных и созданием принципиально новых химических технологий.

Точка отсчета любой строгой науки — ее постулаты. Первый химический постулат: *химическая вещественная форма существования материи является индивидуальной. И следовательно, химическое вещество (молекулярное и немолькулярное) характеризуется фундаментальными отличиями от веществ физического и биологического уровней.*

Второй химический постулат: *химическое соединение (вещество) — главный объект и понятие химии, основа химического уровня существования и превращения вещественной формы материи на Земле.* Поэтому именно химическое соединение формирует индивидуальность предмета химии (как науки и как учебной дисциплины).

Третий химический постулат: *в условиях Земли (н. у.) химическое соединение — наиболее естественный и распространенный вид веществен-*



ной материи, а его превращение — наиболее распространенная форма движения материи на Земле.

Дальнейшее развитие единых теоретических начал химии — в раскрытии пяти основополагающих понятий химии: химическое соединение (химическое вещество), химическая связь, химическое строение (химическая структура), химическая реакция (химическое превращение) и химическое свойство (химическая реакционная способность и т. д.). Затем нужно будет создать единую номенклатуру химических соединений и международную систему химических величин (а не физических).

Универсальной характеристикой, объединяющей все многообразие химических связей и соединений, можно считать степень обобществления электронов (СОЭ), степени ковалентности (C_k), металличности (C_m), ионности (C_v) и т. д. Их единство и различие можно изобразить графически в виде «химического треугольника» (см. рис.), в вершинах которого расположены предельные типы химических связей и соединений, а реальные (смешанные) химические связи и химические вещества расположены на сторонах и площади треугольника.

Что же такое химическое соединение в свете новой теории? Первое фундаментальное положение: **«Образование химического соединения как качественно новой по сравнению с атомом объективно существующей индивидуальной вещественной формы материи и его стабильное существование определяются возможностью эффективного перекрывания электронных оболочек индивидуальных атомов, которое приводит к устойчивому обмену между ними электронами, их обобществлению и соответствию к химическому связыванию этих атомов»**. Сокращенный вариант: «Образование химического соединения определяется возможностью устойчивого обмена электронами и их обобществлением между индивидуальными атомами». То есть, по существу, происходит пря-

мое физико-химическое превращение атома (физического соединения элементарных частиц) в химическое вещество (химическое соединение атомных частиц). В результате атом теряет свою индивидуальность, превращаясь в ядра (или атомные остовы), которые входят в химическое соединение. Математическое выражение этого положения выглядит так:

$$COЭ \geq 0 \dots\dots\dots (1)$$

Взаимосвязь строения химических соединений с их составом и типом химической связи определяет второе фундаментальное положение: **«Структура химического соединения (вещества) в первую очередь определяется его составом (гомо- и гетероядерный), элементной природой (s-, p-, d-, f-), видом (катион, анион и т. д.) ядерных центров (атомных остовов) и их количеством, то есть степенью обобществления электронов и типом химической связи между ними»**. Сокращенный вариант формулировки данного положения: «Структура химического соединения (вещества) определяется типом связи между элементами, его образующими». Данное положение может быть выражено через СОЭ в процентах от 0 до 100:

$$0 < COЭ < 100 \dots\dots\dots (2)$$

Третье фундаментальное положение, характеризующее взаимосвязь свойств химических соединений с его структурой (химическим строением), можно представить в следующем виде: **«Свойства химического соединения (вещества) определяются его структурой (химическим строением)»**. Фактически вышеприведенное положение — результат развития основных положений теории химического строения А.М. Бутлерова.

Автор сознает необычность и, следовательно, не бесспорность идей, высказанных в данной статье, и знает, что число сторонников и противников возможности «сведения химии к физике» приблизительно равно. Причем, по данным В.И. Курашова (Познание природы в интеллектуальных коллизиях научных знаний. М.: Наука, 1995) и других авторов, к первым в большей или

меньшей степени можно отнести И.Ньютона, А.Лавуазье, П.Лапласа, М.В.Ломоносова, М.Бертло, К.Бертолле, Дж.Дальтона, Э.Майера, В.Гейзенберга, П.Иордана, П.Ваагса, М.Волькенштейна, Дж.Франка, Д.И.Менделеева, А.И.Китайгородского, К.Гульдберга и др., а ко вторым — О.Конта, Э.Маха, В.Оствальда, Ф.Энгельса, Б.М.Кедрова, Н.И.Семенова, Г.В.Челинцева, А.Н.Несмеянова, А.П.Мещерякова, Ю.А.Жданова, В.И.Гольданского, В.И.Кузнецова, В.И.Курашова, Б.Н.Соловьева, П.М.Зоркого, Д.В.Королькова др. Еще большее число ученых не определили свою позицию или по разным причинам не считают нужным это сделать.

Цель этой статьи — не борьба с физиками, а привлечение внимания к данной проблеме и, возможно, убеждение наименее догматичной части нашего научного сообщества — молодежи. Именно она должна разобраться в многоуровневости структуры окружающих нас веществ и материи, научиться понимать фундаментальную индивидуальность и законы каждого из этих физических, химических, биологических, геологических и других уровней, а также их вклад в общую картину мира. По сути, автор призывает читателя осознать простую истину: окружающий нас мир состоит из гармонично сочетающихся уровней организации материи, специфичность каждого из которых изучает соответствующая естественная наука. При этом автор не против сотрудничества химии с другими науками в пограничных областях (и прежде всего с физикой и биологией) при условии сохранения индивидуальности каждой из них.

Электронный адрес автора для продолжения дискуссии:
Oleg_Sirotkin@front.ru
или **R_Sirotkin@mail.ru.com**

Игра чисел или температурный порог жизни?

Кандидат химических наук
Р.В.Чернов,
Институт проблем
материаловедения НАНУ



Имеется то, что есть.
Генрих Гейне

Представьте себе бесконечный объем пространства, который насыщен короткими отрезками прямых. Расстояния между ними произвольны, и кажется, что их ничто не связывает. Однако если отрезки экстраполировать, то все они сойдутся... в одной точке. Этот феномен лежит в основе современной космогонии, согласно которой наша Вселенная расширяется, удаляясь во все стороны от места Большого Взрыва. Ведь он, как предполагают астрофизики, произошел в одной точке.

С аналогичным фактом нам пришлось столкнуться при анализе термических свойств большой, более четырех тысяч, группы органических соединений, когда оказалось, что их средняя температура плавления равна 86,0°С (см. «Химию и жизнь», 1999, № 8). При попытке хоть как-то согласовать или увязать полученное значение с окружающей средой мы смогли только отметить, что эта температура весьма близка к таковой для некоторых природных термальных вод, которые фонтанируют во множестве мест нашей планеты. Этим, собственно, фантазия автора в предыдущей статье и ограничилась.

Тем не менее интерес к феномену средней температуры плавления не пропал. Опыт работы в области термического анализа, равно как и интуиция подсказывают: просто так всевозможные тайны перед человеком не раскрываются.

Работая над совершенно другой темой, мне удалось познакомиться с давно опубликованными работами видного советского ботаника, президента АН СССР В.Л.Комарова, где ученый рассуждает об условиях, в которых может зародиться жизнь. «Жизнь, — отмечает В.Л.Комаров, — в своем начале — результат комплексирования, усложнения химии углерода... результат развития химии протеиновых соединений, бесконечное усложнение тех реакций, в которые вступают так называемые органогены: углерод, кислород, водород и азот». А в книге «Происхождение растений» ученый пишет: «Первые тонкие пленки бактерий на камнях стоков появились в жидкости, когда ее температура снижалась до 85°С». Под этими стоками имеются в виду горячие термальные воды.

Из других научных источников известно, что первые живые организмы формировались около 3,8 млрд. лет назад, когда температура на поверхности планеты составляла да-да, те самые 80–90°С. Здесь можно также вспомнить, что значение «85°С» хорошо известно из повседневной практики: быстрая пастеризация молока, пищевых продуктов, наконец, все домашние заготовки проходят обработку примерно при этой температуре.

Таким образом, предварительный анализ наводит на мысль: то, что температурный порог жизни и средняя температура плавления органических

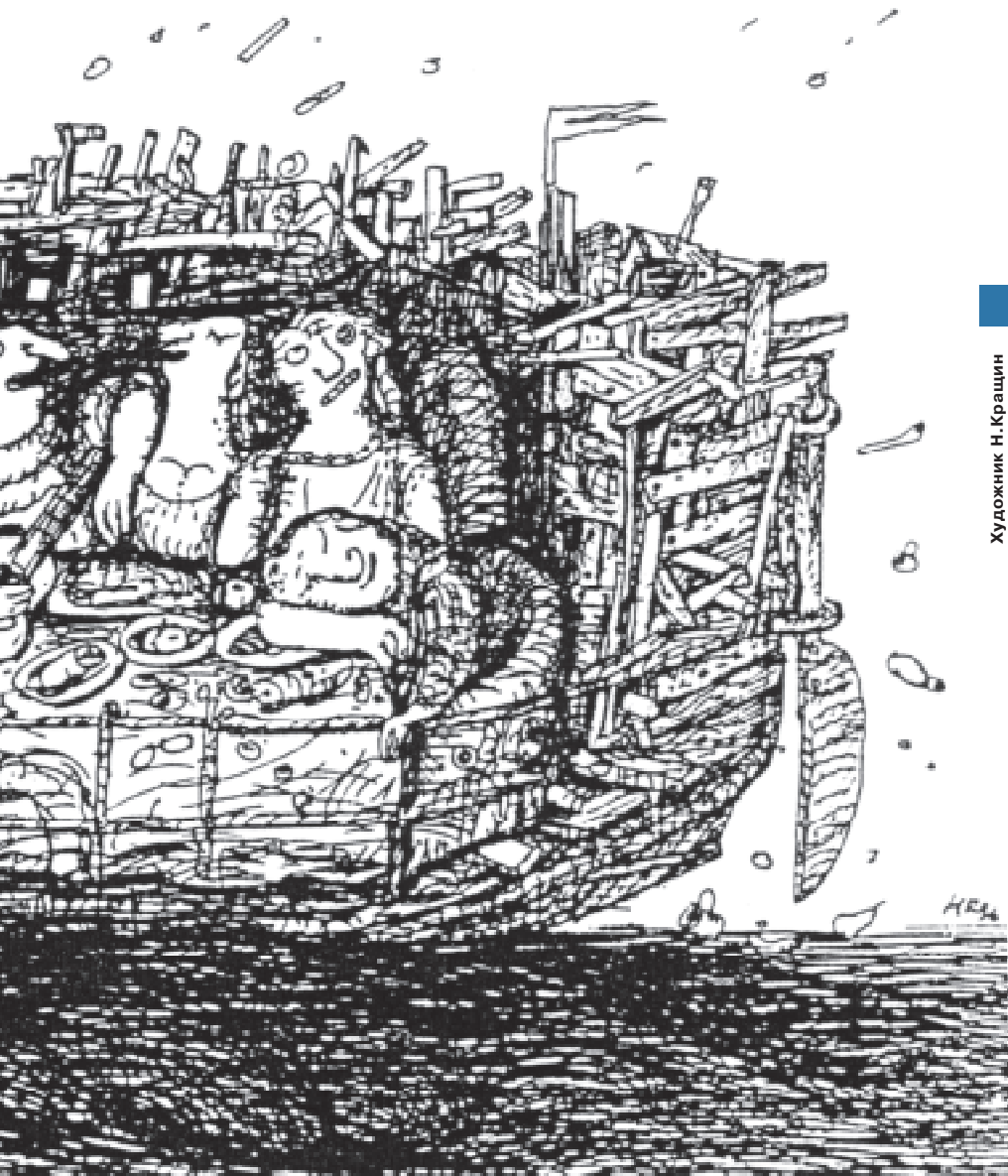
веществ оказались рядом, вблизи 85°С, может быть не случайной игрой чисел, а проявлением некоей закономерности. Это не означает, что жизнь зародилась в расплаве, а не в водном растворе, как это принято считать. Однако необходимо учитывать: когда в воде имеется смесь малорастворимых в ней органических веществ, по достижении соответствующих температур плавления они будут переходить из жидкой фазы в твердую и либо выпадать в осадок, либо всплывать на поверхность.

Чтобы подтвердить эту мысль, следовало посмотреть, какие же известные органические соединения имеют температуру плавления вблизи средней. Для этого из четырех тысяч имеющихся в справочниках веществ были выделены составы с температурой плавления или кристаллизации в пределах от 82 до 90°С, то есть 86 плюс-



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Художник Н. Крашин



минус 4 градуса. Таких веществ оказалось 119. В перечень избранных вошли хорошо известные соединения, производные которых сопутствуют многим процессам жизнедеятельности, — акриламид, акрихин, анилин, аскорбиновая, винная, бензойная и карбонильная кислоты. Оказалось также, что, кроме основных элементов органических соединений, углерода и водорода, 73% выделенных веществ содержат кислород, а 61% — азот. То есть в них хорошо представлены все четыре элемента органогенеза, о которых писал В.Л.Комаров.

Дальнейший анализ дал еще более интересный результат. Оказалось, что среднюю гипотетическую формулу этих соединений можно передать составом $[C_{11,0}H_{14,1}O_{1,7}N_{0,9}]$. Интересно сравнить эту формулу с современным протеиновым радикалом — $[C_{4,0}H_{6,2}O_{1,6}N_{1,0}]_{10}$. Такую формулу получил Геррит Ян

Мульдер, проанализировав хорошо известные в середине XIX века белки — альбумин плазмы крови, яичный альбумин, фибрин, казеин и несколько других: их эмпирические формулы кратны именно этому радикалу.

Если сравнить протеин-радикал и полученную гипотетическую формулу, то окажется, что в них содержание кислорода и азота различаются в пределах ошибки оценки экспериментальных данных. Отличие в содержании углерода и водорода значительно существеннее: нынешний радикал протеина отличается от смеси органических веществ, которые затвердевают в районе 86°C , на группу $C_7H_{7,9}$. По сути, это похоже на три молекулы ацетилена C_2H_2 . Конечно, здесь имеется различие на один атом углерода и два водорода, но следует вспомнить, что именно ацетилен выделяется и с водой взаимодействуют кар-

биды щелочных и щелочноземельных металлов. В целом же получается, что средний состав нынешнего живого вещества более окислен по сравнению со смесью органических веществ, температура плавления которых расположена в районе температурного порога жизни.

Это и неудивительно. Ведь в момент образования первых живых существ на нашей планете ее атмосфера состояла из паров воды, азота, аммиака и газообразных углеводородов. А свободного кислорода в ней почти не было. Источниками углеводородов и аммиака в те далекие времена были в основном карбиды и нитриды металлов, которые, реагируя с парами воды, образовывали соответствующие газообразные фазы. Появление кислорода в воздухе в результате двух кислородных революций вполне могло привести к частичному окислению углеводородных цепей. В результате концентрация кислорода в современном живом веществе вполне может быть не такой, как у древних существ. А вот их-то состав с учетом вышеприведенных рассуждений, как раз и приближается к среднему составу 119 органических веществ, температура плавления которых находится, с одной стороны, вблизи температурного порога жизни, а с другой — около средней температуры плавления органических веществ.

Таким образом, возникает предположение, что эта средняя температура отражает ту температурную эпоху, при которой положено появляться живым организмам. Близкое же ее совпадение с порогом жизни позволяет допустить историческую согласованность и взаимосвязь. Ведь делают же вывод о происхождении жизни в море на основании совпадения составов плазмы крови и морской воды. Что касается близости среднего состава и вещества жизни, то этим пусть займутся медики и философы.





А.Г.Гурвич
1934 год

А.Г.Гурвич: подлинная история биологического поля

Кандидат
биологических наук
О.Г.Гавриш

В конце весны 1906 года Александр Гаврилович Гурвич, в свои тридцать с небольшим уже известный ученый, демобилизовался из армии. Во время войны с Японией он служил лекарем в тыловом полку, дислоцированном в Чернигове. (Именно там Гурвич, по его собственным словам, «спасаясь от вынужденного безделья», писал и иллюстрировал «Атлас и очерк эмбриологии позвоночных», который в последующие три года был издан на трех языках). Теперь он уезжает с молодой супругой и маленькой дочкой на все лето в Ростов Великий — к родителям жены. У него нет работы, и он еще не знает, останется ли в России или вновь поедет за границу.

Позади медицинский факультет Мюнхенского университета, защита диссертации, Страсбург и Бернский университет. Молодой русский ученый уже знаком со многими европейскими биологами, его эксперименты высоко оценивают Ганс Дриш и Вильгельм Ру. И вот — три месяца полной оторванности от научной работы и контактов с коллегами.

В это лето А.Г.Гурвич размышляет над вопросом, который сам он формулировал так: «Что значит, что я называю себя биологом, и что, собственно, я хочу знать?» Тогда, рассматривая детально изученный и проиллюстрированный процесс сперматогенеза, он приходит к выводу, что сущность проявления живого состоит в связях между отдельными событиями, которые происходят синхронно. Это и определило его «угол зрения» в биологии.

Печатное наследие А.Г.Гурвича — более чем 150 научных работ. Большинство из них издано на немецком, французском и английском языках, которыми владел Александр Гаврилович. Работы его оставили яркий след в эмбриологии, цитологии, гистологии, гистофизиологии, общей биоло-

гии. Но пожалуй, правильно будет сказать, что «главным направлением его творческой деятельности была философия биологии» (из книги «Александр Гаврилович Гурвич. (1874–1954)». М.: Наука, 1970).

А.Г.Гурвич в 1912 году первым ввел в биологию понятие «поле». Развитие концепции биологического поля было основной темой его творчества и длилось не одно десятилетие. За это время воззрения Гурвича на природу биологического поля претерпели глубокие изменения, однако всегда речь шла о поле как о едином факторе, определяющем направленность и упорядоченность биологических процессов.

Излишне говорить о том, какая печальная судьба ожидала эту концепцию в последующие полвека. Появилось множество спекуляций, авторы которых утверждали, что постигли физическую природу так называемого «биополя», кто-то тут же брался лечить людей. Некоторые ссылались на А.Г.Гурвича, нимало не утруждая себя попытками вникнуть в смысл его работ. Большинство о Гурвиче не знали и, к счастью, не ссылались, поскольку ни к самому термину «биополе», ни к разного рода объяснениям его действия А.Г.Гурвич отношения не имеет. Тем не менее сегодня слова «биологическое поле» вызывают нескрываемый скепсис у образованных собеседников. Одна из целей данной статьи — рассказать читателям «Химии и жизни» настоящую историю идеи биологического поля в науке.

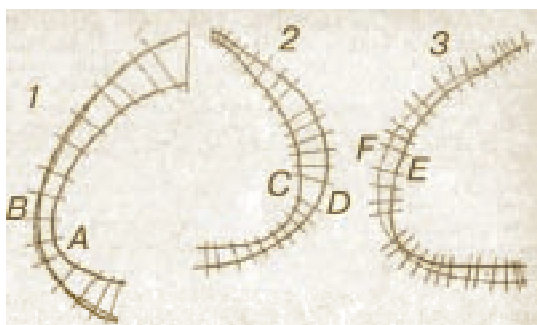
Что движет клетками

А.Г.Гурвича не удовлетворяло состояние теоретической биологии начала XX века. Его не привлекали возможности формальной генетики, поскольку он сознавал, что проблема «передачи наследственности» коренным

образом отличается от проблемы «осуществления» признаков в организме.

Может быть, главнейшая задача биологии и по сей день — поиски ответа на «детский» вопрос: каким образом из микроскопического шарика единственной клетки возникают живые существа во всем их разнообразии? Почему делящиеся клетки образуют не бесформенные комья-колонии, а сложные и совершенные структуры органов и тканей? В механике развития того времени был принят каузально-аналитический подход, предложенный В.Ру: развитие зародыша детерминировано множеством жестких причинно-следственных связей. Но этот подход не согласовывался с результатами опытов Г.Дриша, доказавшего, что экспериментально вызванные резкие отклонения могут и не помешать благополучному развитию. При этом отдельные части организма формируются вовсе не из тех структур, что в норме, — но формируются! Точно так же в собственных опытах Гурвича даже при интенсивном центрифугировании яиц амфибий, нарушающем их видимость структуру, дальнейшее развитие происходило эквивалентно — то есть завершалось так же, как и у неповрежденных яиц.

А.Г.Гурвич провел статистическое исследование митозов (клеточных делений) в симметричных частях развивающегося зародыша или отдельных органов и обосновал понятие «нормирующего фактора», из которого впоследствии выросла концепция поля. Гурвич установил, что единый фактор контролирует общую картину распределения митозов в частях зародыша, вовсе не определяя точное время и местоположение каждого из них. Несомненно, предпосылка теории поля содержалась еще в знаменитой формуле Дриша «перспективная судьба элемента определяется его положением в целом». Соедине-



1
На рисунках А.Г.Гурвича из работы 1914 года — схематические изображения клеточных пластов в нервной трубке зародыша акулы. 1 — исходная конфигурация пласта (А), последующая конфигурация (В) (жирная линия — наблюдаемая форма, штриховая — предполагаемая), 2 — исходная (С) и наблюдаемая конфигурации (D), 3 — исходная (Е), предсказанная (F). Перпендикулярными линиями показаны длинные оси клеток — «если построить кривую, перпендикулярную клеточным осям в данный момент развития, видно, что она совпадет с контуром более поздней стадии развития данного участка»



1892 год:
А.Г.Гурвичу
18 лет

ние этой идеи с принципом нормировки приводит Гурвича к пониманию упорядоченности в живом как «соподчинения» элементов единому целому — в противоположность их «взаимодействию». В работе «Наследственность как процесс осуществления» (1912) он впервые развивает представление об эмбриональном поле — морфе. По сути, это было предложение разорвать порочный круг: объяснить возникновение неоднородности среди изначально однородных элементов как функцию положения элемента в пространственных координатах целого.

После этого Гурвич начал искать формулировку закона, описывающего перемещение клеток в процессе морфогенеза. Он установил, что при развитии головного мозга у зародышей акулы «длинные оси клеток внутреннего слоя нейрального эпителия ориентировались в каждый данный момент времени не перпендикулярно к поверхности пласта, а под некоторым (15–20°) углом к ней. Ориентация углов закономерна: если построить кривую, перпендикулярную клеточным осям в данный момент развития, видно, что она совпадет с контуром более поздней стадии развития данного участка» (рис. 1). Казалось, что клетки «знают», куда им наклоняться, куда тянуться, чтобы построить нужную форму.

Чтобы объяснить эти наблюдения, А.Г.Гурвич ввел понятие «силовой поверхности», совпадающей с контуром окончательной поверхности зачатка и направляющей движение клеток. Однако Гурвич сам сознавал несовершенство этой гипотезы. Помимо сложности математической формы, его не удовлетворяла «телеологичность» концеп-

ции (она как бы подчиняла движение клеток еще не существующей, будущей форме). В последующей работе «О понятии эмбриональных полей» (1922) «окончательная конфигурация зачатка рассматривается не как притягивающая силовая поверхность, а как эквипотенциальная поверхность поля, исходящего от точечных источников». В этой же работе впервые вводится понятие «морфогенетическое поле».

Биогенный ультрафиолет

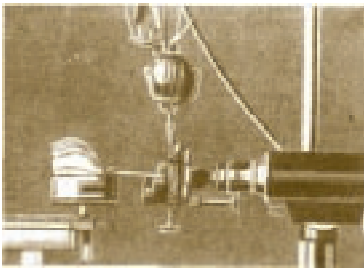
«Основы и корни проблемы митогенеза были заложены в моем никогда не ослабевающем интересе к чудесному феномену кариокинеза (так еще в середине прошлого века называли митоз. — *Примеч. ред.*)», — писал А.Г.Гурвич в 1941 году в автобиографических записках. «Митогенез» — рабочий термин, родившийся в лаборатории Гурвича и довольно скоро вошедший в общее употребление, равнозначен понятию «митогенетическое излучение» — очень слабое ультрафиолетовое излучение животных и растительных тканей, стимулирующее процесс клеточного деления (митоз).

А.Г.Гурвич пришел к тому, что необходимо рассматривать митозы в живом объекте не как единичные события, а в совокупности, как нечто координированное — будь то строго организованные митозы первых фаз дробления яйцеклетки или кажущиеся случайными митозы в тканях взрослого животного или растения. Гурвич полагал, что только признание целостности организма позволит объединить процессы молекулярного и клеточного уровней с топографическими особенностями распределения митозов.

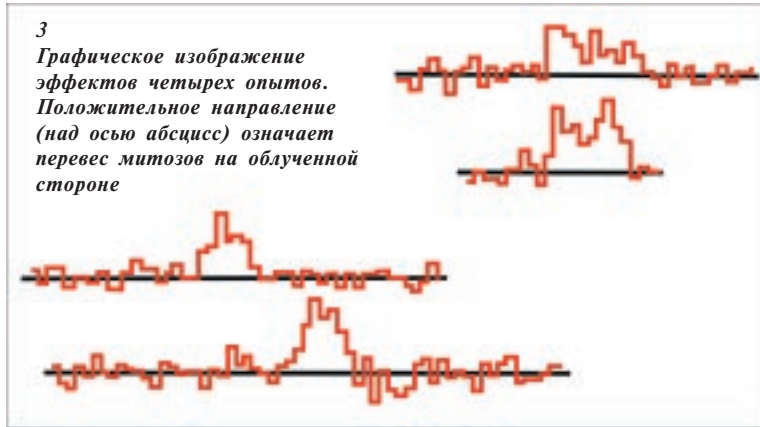
С начала 20-х годов А.Г.Гурвич рассматривал различные возможности внешних влияний, стимулирующих митоз. В поле его зрения была и концепция растительных гормонов, развиваемая в то время немецким ботаником Г.Габерландтом. (Он накладывал на растительную ткань кашицу из растертых клеток и наблюдал, как клетки ткани начинают активнее делиться.) Но было непонятно, почему химический сигнал не действует на все клетки одинаково, почему, скажем, мелкие клетки делятся чаще крупных. Гурвич предположил, что все дело в структуре поверхности клеток: возможно, у молодых клеток элементы поверхности организованы особым образом, благоприятным для восприятия сигналов, а по мере роста клетки эта организация нарушается. (Представления о рецепторах гормонов тогда еще, разумеется, не было.)

Однако если это предположение верно и для восприятия сигнала важно пространственное распределение каких-то элементов, напрашивалось предположение, что сигнал может иметь не химическую, а физическую природу: скажем, излучение, воздействующее на какие-то структуры клеточной поверхности, резонансно. Эти соображения в конечном счете были подтверждены в эксперименте, ставшем впоследствии широко известным.

Вот описание этого эксперимента, который был выполнен в 1923 году в Крымском университете. «Излучающий корешок (индуктор), соединенный с луковицей, укрепляли горизонтально, и его кончик направляли на меристемную зону (то есть на зону клеточного размножения, в данном случае также расположенную вблизи кончика корня. — *Примеч. ред.*) второго аналогичного корешка (детектора), закрепленного вертикально. Расстояние между корешками равнялось 2–3 мм» (рис. 2). По окончании экспозиции воспринимавший корешок точно маркировали, фиксировали и нарезали на серию продольных срезов, идущих параллельно медиальной плоскости. Срезы изучали под микроскопом и подсчитывали количество



2
Индукция митозов в кончике лукового корешка (рисунок из работы «*Das Problem der Zellteilung physiologisch betrachtet*», Berlin, 1926).
Объяснения в тексте



3
Графическое изображение эффектов четырех опытов. Положительное направление (над осью абсцисс) означает перевес митозов на облученной стороне

митозов на облученной и контрольной стороне.

В то время уже было известно, что расхождение между количеством митозов (обычно их бывает 1000–2000) в обоих половинах кончика корешка в норме не превышает 3–5%. Таким образом, «значительный, систематический, резко ограниченный перевес в числе митозов» в центральной зоне воспринимающего корешка — а именно это увидели исследователи на срезах — неоспоримо свидетельствовал о воздействии внешнего фактора. Нечто исходящее из кончика корня-индуктора заставляло активнее делиться клетки корня-детектора (рис. 3).

Дальнейшие исследования ясно показали, что речь идет именно об излучении, а не о летучих химических веществах. Воздействие распространялось в виде узкого параллельного пучка — стоило слегка отклонить в сторону индуцирующей корешок, эффект пропадал. Пропадал он также, когда между корешками помещали стеклянную пластинку. А вот если пластинка была из кварца, эффект сохранялся! Это подсказывало, что излучение было ультрафиолетовым. Позже его спектральные границы установили более точно — 190–330 нм, а среднюю интенсивность оценили на уровне 300–1000 фотонов/с на квадратный сантиметр. Иначе говоря, митогенетическое излучение, открытое Гурвичем, представляло собой средний и ближний ультрафиолет чрезвычайно низкой интенсивности. (По современным данным, интенсивность еще ниже — она составляет порядка

десятков фотонов/с на квадратный сантиметр.)

Естественный вопрос: а как же ультрафиолет солнечного спектра, действует ли он на деление клеток? В экспериментах такое воздействие исключалось: в книге А.Г.Гурвича и Л.Д.Гурвич «Митогенетическое излучение» (М., Медгиз, 1945), в разделе методических рекомендаций, ясно указано, что окна при проведении опытов должны быть закрыты, в лабораториях не должно быть открытого огня и источников электрической искры. Кроме того, опыты обязательно сопровождалась контролями. Впрочем, надо заметить, что интенсивность солнечного УФ существенно выше, поэтому его действие на живые объекты в природе, скорее всего, должно быть совершенно иным.

Работы по этой теме стали еще более интенсивными после перехода А.Г.Гурвича в 1925 г. в Московский университет — его единогласно избрали заведующим кафедрой гистологии и эмбриологии медицинского факультета. Митогенетическое излучение было обнаружено у дрожжевых и бактериальных клеток, дробящихся яиц морских ежей и амфибий, культур тканей, клеток злокачественных опухолей, нервной (в том числе у изолированных аксонов) и мышечной систем, крови здоровых организмов. Как видно из перечисления, излучали и неделящиеся ткани — запомним этот факт.

Нарушения развития личинок морских ежей, находившихся в герметичных кварцевых сосудах, под действием длительного митогенетического

излучения бактериальных культур в 30-е годы XX века изучали Дж. и М.Маггу в Институте Пастера. (Сегодня подобные исследования с зародышами рыб и амфибий проводит на биофаке МГУ А.Б.Бурлаков.)

Еще один важный вопрос, который поставили перед собой исследователи в те же годы: как далеко распространяется действие излучения в живой ткани? Читатель помнит, что в эксперименте с корешками лука наблюдался локальный эффект. Существует ли, кроме него, еще и дальное действие? Чтобы установить это, проводили модельные эксперименты: при локальном облучении длинных трубок, заполненных растворами глюкозы, пептона, нуклеиновых кислот и других биомолекул, излучение распространялось по трубке. Скорость распространения так называемого вторичного излучения составляла порядка 30 м/с, что подтвердило предположение о лучисто-химической природе процесса. (Говоря современным языком, биомолекулы, поглощая УФ-фотоны, флуоресцировали, испуская фотон с большей длиной волны. Фотоны, в свою очередь, давали начало последующим химическим превращениям.) Действительно, в некоторых опытах наблюдалось распространение излучения и по всей длине биологического объекта (например, в длинных корешках того же лука).

Гурвич с сотрудниками также показали, что сильно ослабленное ультрафиолетовое излучение физического источника так же способствует делению клеток в корешках лука, как и биологический индуктор.

Дирижируют фотоны

Откуда же берется УФ-излучение в живой клетке? А.Г.Гурвич и сотрудники в своих экспериментах регистрировали спектры ферментативных и простых неорганических окислительно-восстановительных реакций. Какое-то время оставался открытым вопрос об источниках митогенетического излучения. Но в 1933 году, после опубликования гипотезы фотохимика В.Франкенбургера, ситуация с происхождением внутриклеточных фотонов прояснилась. Франкенбургер полагал источником появления высокоэнергетических ультрафиолетовых квантов редкие акты рекомбинации свободных радикалов, происходящие при химических и биохимических процессах и в силу своей редкости не сказывающиеся на общем энергетическом балансе реакций.

Энергия, высвобождающаяся при рекомбинации радикалов, поглощает

ся молекулами субстрата и высвечивается с характерным для этих молекул спектром. Эта схема была уточнена Н.Н.Семеновым (будущим нобелевским лауреатом) и в таком виде вошла во все последующие статьи и монографии по митогенезу. Современное изучение хемилюминесценции живых систем подтвердило правильность этих взглядов, которые сегодня являются общепринятыми. Вот только один пример: флуоресцентные исследования белков.

Разумеется, в белке поглощают разнообразные химические связи, в том числе пептидная — в среднем ультрафиолете (наиболее интенсивно — 190–220 нм). Но для флуоресцентных исследований актуальны ароматические аминокислоты, особенно триптофан. Он имеет максимум поглощения при 280 нм, фенилаланин — при 254 нм и тирозин — при 274 нм. Поглощая ультрафиолетовые кванты, эти аминокислоты высвечивают их потом в виде вторичного излучения — естественно, с большей длиной волны, со спектром, характерным для данного состояния белка. При этом если в белке присутствует хотя бы один остаток триптофана, то флуоресцировать будет лишь он — энергия, поглощенная остатками тирозина и фенилаланина, перераспределяется к нему. Флуоресцентный спектр остатка триптофана сильно зависит от окружения — находится ли остаток, скажем, вблизи поверхности глобулы или внутри и т. п., и варьирует этот спектр в полосе 310–340 нм.

А.Г.Гурвичем с сотрудниками в модельных опытах по синтезу пептидов было показано, что цепные процессы с участием фотонов могут приводить к расщеплению (фотодиссоциация) или синтезу (фотосинтез). Реакции фотодиссоциаций сопровождаются излучением, тогда как процессы фотосинтеза не излучают.

Теперь становилось понятно, почему излучают все клетки, однако во время митоза — особенно сильно. Процесс митоза требует больших энергетических затрат. Причем если в растущей клетке накопление и расходование энергии идет параллельно с ассимилятивными процессами, то при митозе энергия, запасенная клеткой в интерфазе, только расходуется. Происходит распад сложных внутриклеточных структур (например, оболочка ядра) и энергозатратное обратимое созидание новых — к примеру, суперспирали хроматина.

А.Г.Гурвич и его сотрудники проводили также работы по регистрации митогенетического излучения с помощью счетчиков фотонов. Кроме лаборатории Гурвича в ленинградском

ИЭМ эти исследования также в Ленинграде, в Физтехе у А.Ф.Иоффе, вели Г.М.Франк совместно с физиками Ю.Б.Харитоновым и С.Ф.Родионовым.

На Западе регистрацией митогенетического излучения с помощью фотоэлектронных умножителей занимались такие крупные специалисты, как Б.Равевский и Р.Одюбер. Следует вспомнить и Г.Барта, ученика известного физика В.Герлаха (основателя количественного спектрального анализа). Барт проработал два года в лаборатории А.Г.Гурвича и продолжил свои исследования в Германии. Он получил достоверные положительные результаты, работая с биологическими и химическими источниками, а кроме того, внес важный вклад в методологию регистрации сверхслабых излучений. Барт проводил предварительную калибровку чувствительности и отбор фотоумножителей. Сегодня эта процедура — обязательная и рутинная для каждого, кто занимается измерением слабых световых потоков. Однако именно игнорирование этого и некоторых



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

что хромосомы якобы излучают когерентные фотоны. — *Примеч. ред.*), то это красивая гипотеза, но предложенное экспериментальное подтверждение пока совершенно недостаточно для того, чтобы признать ее состоятельность. С другой стороны, надо принять во внимание, что добыть доказательств в данном случае весьма сложно, поскольку, во-первых, интенсивность этого фотонного излучения очень мала, а во-вторых, используемые в физике классические методы обнаружения лазерного света здесь трудноприменимы».

Вопрос был поставлен Гурвичем настолько широко и исчерпывающе, что любая теория морфогенеза, которая может возникнуть впредь, будет, по существу, лишь еще одной разновидностью теории поля.

Л.В.Белоусов, 1970

других необходимых требований не позволило ряду довоенных исследователей получить убедительные результаты.

В наши дни впечатляющие данные по регистрации сверхслабых излучений от биологических источников получены в Международном институте биофизики (Германия) под руководством Ф.Поппа. Впрочем, некоторые его оппоненты относятся к этим работам скептически. Они склонны считать, что биофотоны суть побочные продукты обмена веществ, своего рода световой шум, не имеющий биологического смысла. «Испускание света — это абсолютно естественное и само собой разумеющееся явление, сопровождающее многие химические реакции», — подчеркивает физик Райнер Ульбрих из Геттингенского университета. Биолог Гюнтер Роте так оценивает ситуацию: «Биофотоны существуют вне всяких сомнений — сегодня это однозначно подтверждается высокочувствительными приборами, которыми располагает современная физика. Что касается интерпретации Поппа (речь идет о том,

Управляемая неравновесность

О регуляционных явлениях в протоплазме А.Г.Гурвич начал размышлять после своих ранних опытов по центрифугированию оплодотворенных яиц амфибий и иглокожих. Почти через 30 лет, при осмысливании результатов митогенетических экспериментов, эта тема получила новый импульс. Гурвич убежден, что структурный анализ материального субстрата (совокупности биомолекул), реагирующего на внешнее воздействие, вне зависимости от его функционального состояния, лишен смысла. А.Г.Гурвич формулирует физиологическую теорию протоплазмы. Ее суть в том, что живые системы обладают специфическим молекулярным аппаратом накопления энергии, который принципиально неравновесен. В обобщенном виде — это фиксация представления о том, что приток энергии необходим организму не только для роста или выполнения работы, а прежде всего для поддержания того состояния, которое мы называем живым.

Исследователи обратили внимание, что вспышка митогенетического излучения обязательно наблюдалась при ограничении потока энергии, поддерживающего определенный уровень метаболизма живой системы. (Под «ограничением потока энергии» следует понимать понижение активности ферментативных систем, подавление разнообразных процессов трансмембранного транспорта, снижение уровня синтеза и потребления макроэргических соединений — т.е. любых процессов, обеспечивающих клетку энергией, — например, при обратимом охлаждении объекта или при слабом наркозе.) Гурвич сформулировал представление о чрезвычайно лабильных молекулярных образованиях, обладающих повышенным энергетическим потенциалом, неравновесных по своей природе и объединенных общей функцией. Он назвал их неравновесными молекулярными констелляциями (НМК).

А.Г.Гурвич полагал, что именно распад НМК, нарушение организации протоплазмы вызывает вспышку излучения. Здесь у него много общего с представлениями А.Сент-Дьерди о миграции энергии по общим энергетическим уровням белковых комплексов. Сходные идеи для обоснования природы «биофотонного» излучения сегодня высказывает Ф.Попп — мигрирующие области возбуждения он называет «поляритонами». С точки зрения физики ничего необычного здесь нет. (Какие из ныне известных внутриклеточных структур могли бы подойти на роль НМК в теории Гурвича — это интеллектуальное упражнение оставим читателю.)

Наша формулировка основного свойства биологического поля не представляет по своему содержанию никаких аналогий с известными в физике полями (хотя, конечно, и не противоречит им).

А.Г.Гурвич. Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей

Было также экспериментально показано, что излучение возникает и при механическом воздействии на субстрат — при центрифугировании или наложении слабого напряжения. Это позволяло говорить о том, что НМК обладают к тому же пространственной упорядоченностью, которая нарушалась и механическим влиянием, и ограничением притока энергии.

С первого взгляда заметно, что НМК, существование которых зависит от

притока энергии, очень похожи на диссипативные структуры, возникающие в термодинамически неравновесных системах, которые были открыты нобелевским лауреатом И.Р.Пригожиным. Однако тот, кто изучал подобные структуры (например, реакцию Белоусова — Жаботинского), хорошо знает, что они не воспроизводятся абсолютно точно от опыта к опыту, хотя сохраняется их общий характер. К

Среди биологических работ, которые публикуются из вашей страны, ничто так не привлекает внимание научного мира, как ваши работы.

Из письма Альбрехта Бете от 8.01.1930 к А.Г.Гурвичу

тому же они крайне чувствительны к малейшему изменению параметров химической реакции и внешним условиям. Все это означает, что коль скоро живые объекты — тоже неравновесные образования, они не могут поддерживать уникальную динамическую стабильность своей организации лишь за счет притока энергии. Необходим также единый упорядочивающий фактор системы. Этот фактор А.Г.Гурвич и назвал биологическим полем.

Источник поля Гурвич связывал с центром клетки, позже — с ядром, в конечном варианте теории — с хромосомами. По его мнению, поле зарождалось во время преобразований (синтеза) хроматина, причем участок хроматина мог стать источником поля, лишь находясь в поле соседнего участка, уже пребывающего в таком со-

стоянии. Поле объекта в целом, согласно позднейшим представлениям Гурвича, существовало как сумма полей клеток.

В кратком изложении завершающий вариант теории биологического (клеточного) поля выглядит так. Поле имеет векторный, а не силовой характер. (Напоминаем: силовое поле — это область пространства, в каждой точке которого на помещенный в него пробный объект действует опреде-

ленная сила; пример — электромагнитное поле. Векторное поле — область пространства, в каждой точке которой задан некий вектор, например векторы скоростей частиц в движущейся жидкости.) Под действие векторного поля попадают молекулы, пребывающие в возбужденном состоянии и обладающие, таким образом, избытком энергии. Они приобретают новую ориентацию, деформируются или перемещаются в поле не за счет

его энергии (то есть не так, как это происходит с заряженной частицей в электромагнитном поле), а расходуя собственную потенциальную энергию. Значительная часть этой энергии переходит в кинетическую; когда же избыточная энергия из-

расходована и молекула возвращается в невозбужденное состояние, воздействие на нее поля прекращается. В результате в клеточном поле образуется пространственно-временная упорядоченность — формируются НМК, характеризующиеся повышенным энергетическим потенциалом.

В упрощенном виде это может пояснить следующее сравнение. Если движущиеся в клетке молекулы — машинки, а их избыточная энергия — бензин, то биологическое поле формирует рельеф местности, по которой ездят машинки. Подчиняясь «рельефу», молекулы со сходными энергетическими характеристиками образуют НМК. Они, как уже говорилось, объединены не только энергетически, но и общей функцией, и существуют, во-первых, за счет притока энергии (машины без бензина ехать не могут), а во-вторых, за счет упорядочивающего действия биологического поля (по бездорожью машина не проедет). Отдельные молекулы постоянно входят в НМК и покидают ее, но вся НМК остается стабильной до тех пор, пока не меняется значение питающего ее потока энергии. При снижении его величины НМК распадается, а запасенная в ней энергия высвобождается.

Теперь представим, что в некоем участке живой ткани снизился приток энергии: распад НМК стал более интенсивным, следовательно, возросла интенсивность излучения, того самого, которое управляет митозами. Безусловно, митогенетическое излучение тесно связано с полем — хотя и не является его частью! Как мы помним, при распаде (диссимиляции) излучается избыточная энергия, которая не мобилизована в НМК и не задейство-

вана в процессах синтеза; именно поэтому, что в большинстве клеток процессы ассимиляции и диссимиляции происходят одновременно, хотя и в различном соотношении, клетки и обладают характерным митогенетическим режимом. Точно так же обстоит дело с потоками энергии: поле не влияет непосредственно на их интенсивность, но, формируя пространственный «рельеф», может эффективно регулировать их направление и распределение.

А.Г. Гурвич работал над окончательным вариантом теории поля в тяжелые военные годы. «Теория биологического поля» была опубликована в 1944 году (М.: Советская наука) и в последующей редакции на французском языке — в 1947 году. Теория клеточных биологических полей вызвала критику и непонимание даже у сторонников прежней концепции. Главный их упрек состоял в том, что Гурвич якобы отказался от представления о целом и вернулся к отклоненному им же принципу взаимодействия отдельных элементов (то есть полей отдельных клеток). В статье «Понятие «целого» в свете теории клеточного поля» (Сб. «Работы по митогенезу и теории био-

явление в президиум Академии о выходе на пенсию. В последние годы жизни он написал множество работ по различным аспектам теории биологического поля, теоретической биологии и методологии биологических исследований. Гурвич рассматривал эти работы как главы единой книги, которая и была издана в 1991 году под названием «Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей» (М.: Наука).

«Сочувствие без понимания»

Работы А.Г. Гурвича по митогенезу до Второй мировой войны были весьма популярны и в нашей стране, и за рубежом. В лаборатории Гурвича активно изучали процессы канцерогенеза, в частности было показано, что кровь онкологических больных, в отличие от крови здоровых людей, не является источником митогенетического излучения. В 1940 году А.Г. Гурвичу за работы по митогенетическому изучению проблемы рака присудили Государственную премию. «Полевые» концепции Гурвича никогда широкой популярностью не пользова-

Само существование живой системы является, строго говоря, наиболее глубокой проблемой, по сравнению с которой ее функционирование остается или должно оставаться в тени.

А.Г. Гурвич. Гистологические основы биологии. Йена, 1930 (на немецком языке)

логического поля». М.: Изд-во АМН, 1947) А.Г. Гурвич показывает, что это не так. Поскольку поля, порождаемые отдельными клетками, простираются за их пределы, а векторы поля суммируются в любой точке пространства по правилам геометрического сложения, то в новой концепции обосновывается понятие «актуального» поля. Это, по сути, динамическое интегральное поле всех клеток органа (или организма), изменяющееся с течением времени и обладающее свойствами целого.

С 1948 года научная деятельность А.Г. Гурвича вынужденно сосредотачивается главным образом в теоретической сфере. После августовской сессии ВАСХНИЛ он не видел возможности продолжать работу в Институте экспериментальной медицины РАМН (директором которого был с момента основания института в 1945 году) и в начале сентября подал за-

лись, хотя и вызывали неизменно живой интерес. Но этот интерес к его работам и докладом чаще всего оставался поверхностным. А.А. Любищев, который всегда называл себя учеником А.Г. Гурвича, охарактеризовал это отношение как «сочувствие без понимания».

В наше время сочувствие сменилось неприязнью. Немалый вклад в дискредитацию идей А.Г. Гурвича внесли некоторые горе-последователи, которые трактовали мысли ученого «по разумению своему». Но главное даже не в этом. Идеи Гурвича оказались в стороне от того пути, которым пошла «ортодоксальная» биология. После открытия двойной спирали перед исследователями появились новые манящие перспективы. Цепочка «ген — белок — признак» привлекала своей конкретностью, кажущейся легкостью получения результата. Естественно, что молекулярная биология,

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

молекулярная генетика, биохимия сделали магистральными направлениями, а негенетические и неферментативные управляющие процессы в живых системах постепенно вытеснились на периферию науки, и само их изучение стало считаться сомнительным, несерьезным занятием.

Для современных физико-химических и молекулярных ответвлений биологии чуждо понимание целостности, которую А.Г. Гурвич считал основополагающим свойством живого. Зато расчленение практически приравнивается к получению нового знания. Предпочтение отдается исследованиям химической стороны явлений. В изучении хроматина акцент смещен к первичной структуре ДНК, а в ней предпочитают видеть прежде всего ген. Хотя неравновесность биологических процессов формально и признается, важной роли ей никто не отводит: подавляющее большинство работ направлено на различение «черного» и «белого», присутствия или отсутствия белка, активности или неактивности гена. (Недаром термодинамика у студентов биологических вузов — один из самых нелюбимых и плохо воспринимаемых разделов физики.) Что мы потеряли за полвека после Гурвича, насколько велики потери — ответ подскажет будущее науки.

Вероятно, биологии еще предстоит усвоить идеи о принципиальной целостности и неравновесности живого, о едином упорядочивающем принципе, обеспечивающем эту целостность. И быть может, у идей Гурвича все еще впереди, а история их только начинается.



Разные разности

Выпуск подготовили

**М.Егорова,
А.Ефремкин,
Е.Сутоцкая,
В.Скобеева,
О.Тельпуховская**

Горький вкус лекарства иногда маскируют сахаром. Возможно, через какое-то время этого делать не придется: американские биотехнологи из фирмы «Лингваген» (Нью-Йорк) открыли природные вещества, блокирующие ощущение горечи. Некоторые производители пищевых добавок и лекарственных средств уже заинтересовались новинкой.

Несколько лет назад основатель фирмы Р.Марголски установил реакции, приводящие к восприятию горечи. Когда вкусовые рецепторы во рту обнаруживают горькое вещество, например нарингин в грейпфруте, кофеин или ибупрофен (распространенное болеутоляющее средство), они выделяют белок гастдуцин. Белок запускает каскад реакций, и в результате мозг получает сигнал «горечь».

Чтобы найти вещества, которые тормозят выделение гастдуцина, исследователи из «Лингвагена» добавляли разные соединения в тест-систему с красителем-индикатором. Если в присутствии тестируемого реактива гастдуцин образовывался, раствор в кювете становился синим. Лабораторные мыши, которым давали отобранные вещества, не могли отличить горький раствор от чистой воды. Авторы работы проверили «антигоречи» и на себе, выпивая вместе с ними кофе или грейпфрутовый сок. По словам одного из ученых, кофе стал мягче и слаще.

Все вещества, которые препятствовали ощущению горечи, оказались нуклеотидами — соединениями, которые содержатся во всех живых организмах. Предполагается, что они связываются с рецептором, не давая им выделять гастдуцин. Для этого нужно совсем немного блокатора, поскольку вкусовые рецепторы весьма чувствительны к горьким веществам. Сильная реакция на них возникла в ходе эволюции, ведь некоторые из таких соединений чрезвычайно ядовиты («EurekAlert!», 2003, 26 февраля).



Жемчуг можно найти не только в морских моллюсках, но и в пресноводных. В Шотландии обитает половина мировой популяции редких речных мидий, в которых порой вырастают жемчужины. Эти моллюски близки к вымиранию — осталось всего около пятидесяти колоний. Реки, в которых еще живут жемчужные мидии, местное общество охраны природы держит в секрете.

Полагают, что одна из причин сокращения популяции моллюсков — загрязнение рек. Однако организация «Шотландское национальное наследие» заявляет, что до сих пор продолжается еще и нелегальный лов мидий, несмотря на то что с 1998 года этот вид охраняется.

Пытаясь понять причину исчезновения мидий, исследователи просматривают исторические источники. Самое древнее упоминание о них принадлежит римскому историку Светонию. Он писал, что любовь Юлия Цезаря к британскому жемчугу была одной из основных причин, по которой он хотел завоевать эту страну. Подробные записи о состоянии моллюсков и находках жемчуга велись последние столетия. Я.Сайм, специалист по проблемам пресной воды, считает, что они помогут понять, какой должна быть естественная среда обитания моллюсков и какие места нужно охранять («BBC News», 2003, 27 февраля).



Что будет, если покрыть тонкую нить паутины стеклообразным веществом, а затем нагреть? Получится сверхтонкое полое волокно для передачи света по оптическим сетям нанометрового масштаба.

Изготовление полого оптоволокна — на удивление простой процесс. Он похож на отливание свечей, когда нитку опускают в воск. Ю.Янь из Калифорнийского университета в Риверсайде (США) и его коллеги провели опыты с паутиной сантиметровой длины от гигантского паука *Nephila*, обитающего на Мадагаскаре. Они закрепили концы нити и несколько раз опустили ее в раствор тетраэтилортосиликата. Когда покрытие подсохло, паутину нагрели в печи при температуре 420°C. Паутинка сгорела, а покрытие сжалось в пять раз и превратилось в полую трубку диаметром один микрометр («EurekAlert!», 2003, 19 марта).

Следующим шагом будет создание еще более тонких волокон на основе тончайшей паутины паука *Stegodyphus pacificus*, обитателя Ближнего Востока и Южной Азии. Ее диаметр — всего 10 нм. С учетом сжатия, получатся трубки толщиной в 2 нм, в то время как обычные методы не могут дать менее 25 нм.

Ф.Рассел, физик из университета города Бат (Великобритания), отмечает дешевизну и простоту новой технологии. Он считает, что метод незаменим при разработке сенсоров для супрамолекулярной химии (химии надмолекулярных комплексов). Для подобных целей ранее применяли углеродные нанотрубки, однако набор форм, размеров и текстур у них весьма ограничен. «Паутинный» метод дает гораздо больше возможностей.

Новые волокна можно будет использовать и в оптических микроскопах. Они пригодятся биологам, которым надо рассматривать структуры величиной меньше длины волны света.



Почему собака может отыскать по запаху наркотики и взрывчатку или выследить подозреваемого, а человек — нет? Где его нюх? Исследователи из Института науки Веймана (Израиль) и Института эволюционной антропологии М.Планка (Германия) предложили свое объяснение этого феномена. У любого млекопитающего около тысячи генов отвечают за то, как обонятельные рецепторы расшифровывают получаемую информацию. Однако у некоторых видов животных часть рецепторов бездействует. Процентное соотношение работающих и неработающих генов определяет остроту обоняния.

В проведенных ранее исследованиях профессор Д.Лансет и его коллеги обнаружили мутации, которые влияют на функционирование, более чем в половине генов, отвечающих за обоняние человека. В новой работе ученые попытались выяснить, свойственно ли это всем приматам или только человеку.

Они сравнили гены 50 рецепторов, причем рассматривали только общие для человека, человекообразных приматов и разных видов обезьян. Оказалось, что у человека дефекты встречались в 54% генов, у других обследуемых — в 28–36%. Исследователи попытались смоделировать, как в результате эволюции изменилось обоняние человека. Получилось, что этот процесс занял сравнительно небольшой, по эволюционным меркам, отрезок времени — 3–5 миллионов лет. Ученые считают, что «потеряли нюх» только представители вида *Homo sapiens*. Возможно, это произошло, когда начал развиваться мозг и появились способности, несвойственные другим приматам: усилилась острота зрения, человек стал различать цвета и распознавать животных по внешним признакам, а не по запаху («EurekAlert», 2003, 18 марта).



Невозможно помочь охраняемым животным, ничего не зная об их численности, о половом и возрастном составе их популяций. Слонов из лесов Западной Африки, представителей вида *Loxodonta cyclotis*, подсчитать очень трудно: их не увидишь с самолета и они стараются держаться подальше от людей. Традиционный метод наблюдения — по оставленным экскрементам — дает слишком поверхностную картину, к тому же он очень трудоемкий.

К.Пэйн и ее коллеги из Корнелльского университета в Итаке (США) опробовали другой способ. Они установили на лесной поляне, куда слоны приходят лизать соль, семь микрофонов и видеокамеры. Сравнив звуко- и видеозапись, зоологи сумели определить личные позывные каждого животного и установить сложные взаимосвязи между ними. Оказалось, что небольшие группы слонов ведут себя тихо. В больших семьях животные крикливы и постоянно трубят, чтобы не потерять контакт друг с другом. Звучки зависят от пола и возраста — самки кричат больше и чаще; самцы реже — обычно в состоянии полового возбуждения; малыши визжат и похрюкивают от голода или призывая на помощь.

К.Маккомб из университета в Сассексе (Великобритания) подтверждает, что у слонов есть личные сигналы, по которым они узнают друг друга на расстоянии километра. Настроившись на их «коммуникационные частоты», можно будет с большой точностью следить за жизнью и перемещениями животных.

Сейчас американские исследователи создают дешевое портативное оборудование для звукового наблюдения за слонами. Им еще нужно выяснить, сколько микрофонов лучше всего взять для наблюдения за стадом слонов и как их лучше расположить («Nature News Service», 2003, 24 марта, «Animal Behaviour», 2003, т.65, с.317).



Э. Фаш и ее коллеги из Медицинского института Говарда Хьюза в Рокфеллеровском университете обнаружили новые белки, которые управляют превращением незрелых стволовых клеток в клетки волосяных фолликулов. Ранее исследователи вывели избыточно волосатых мышей. Они изменили гены животных, и те начали вырабатывать стабильную форму белка бета-катенина, из-за чего у грызунов образовывалось больше волосяных фолликулов. Было известно, какой белок воздействует на бета-катенин. Однако было известно также, что воздействует не только он («NHMI News», 2003, 23 марта, «Nature», 2003, 20 марта).

«Когда биологи изучают развитие целых органов, их больше всего интересует, как разные сигнальные пути работают сообща», — говорит доктор Фаш. Так и в формировании эпителиальных почек (кожных карманов, из которых получают волосяные фолликулы) задействован еще, например, белок BMP (белок морфогенеза кости).

С помощью экспериментальной системы — культуры клеток кожи взрослой мыши и эмбрионов с различными «выключенными» генами — исследователи показали, как стабилизируется бета-катенин, что приводит к увеличению его концентрации в стволовых клетках-мишенях. Были найдены и некоторые другие факторы, участвующие в образовании волосяных фолликулов.

«В предыдущих исследованиях мы использовали генетически измененных животных, а в этом опыте подействовали на стволовые клетки внешними факторами, в норме выделяемыми клетками кожи», — объясняет Э.Фаш. — Таким образом мы получили возможность увидеть изменения, которые происходят непосредственно в волосяном фолликуле, и выяснить, как взаимодействуют два ранее известных пути».

Возможно, открытие поможет узнать, почему возникают некоторые типы рака кожи. Другое важное применение новых знаний — новые лекарства, регулирующие рост волос.

В 30-е годы прошлого века с помощью космических лучей пытались найти золото в египетских пирамидах, а сегодня эти лучи пытаются приспособить для поисков урана и плутония. Ученые из Национальной лаборатории в Лос-Аламосе (США) разрабатывают мюонный датчик, который поможет обнаружить эти радиоактивные материалы. Недорогая и безвредная техника даст возможность разыскать урановый шар размером с грейпфрут, скажем, в грузовике с овцами.

Мюоны — элементарные частицы, которые образуются после взаимодействия космических лучей с верхними слоями атмосферы. Их удобно использовать для детекции, поскольку они безвредны для человека и животных (каждый день через наши головы проходят миллионы мюонов). Рентгеновские лучи, которые сегодня используют для определения урана и плутония, разрушительно действуют на организм человека, к тому же они не могут проникнуть через особо плотные материалы или отличить уран от стали. Мюонная техника способна это сделать, к тому же она работает быстрее: детектора достаточно одного изображения вместо многочисленных снимков в рентгеновских лучах.

МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) давно проявляет беспокойство в связи с контрабандой радиоактивных материалов. По словам У.Придхорского из Национальной лаборатории в Лос-Аламосе, «только уже обнаруженных нелегально перевозимых материалов достаточно для половины бомбы» («Nature News Service» 2003, 20 марта; «Nature», 2003, т. 422, с. 277).



Невидимое сияние Земли

Доктор
геолого-минералогических наук
Н.В.Вилор

Куда уходит тепло Земли

Земля хранит огромный запас тепла — того тепла, которое уже потеряно замерзшей Луной и полузамерзшим Марсом. Она еще не растратила ресурсы своей энергии, которые, быть может, в будущем станут для человечества экологически чистым и неисчерпаемым источником энергии. В течение последних миллионов лет внутреннее тепло планеты проникает к ее поверхности в виде извержений вулканов, пепло-газовых «дымов» и воды горячих источников. Кроме того, оно передается теплопроводностью по горным породам к дну озер, морей и океанов, и далее — конвекцией воды. В итоге тепло, поступающее на поверхность Земли, излучается в космос; это излучение может быть измерено и изучено.

Любое тело, имеющее температуру выше абсолютного нуля, излучает. С ростом температуры мощность излучения растет примерно пропорционально четвертой ее степени, а длины волн излучения убывают обратно пропорционально температуре. Поверхность Земли имеет температуру около 300К и излучает в основном в диапазоне волн 5–20 мкм, Солнце — соответственно 6000К и 0,2–0,8 мкм (оптический диапазон — 0,45–0,65 мкм). Активных вулканических районов и месторождений горячих вод на Земле немного, а тепло, поступающее в воду океанов, по пути к поверхности успевает распределиться по большой площади. Поэтому в тепловых лучах Земля должна была бы светиться равномерно, кроме отдельных ярких точек — вулканов, гейзеров, горячих источников. Реальная же картина выглядит совершенно иначе.

Что видно в инфракрасных лучах

Тепловая энергия излучается самым верхним слоем земной поверхности, его толщина порядка длины волн излучения, то есть порядка 10 мкм. Излучающий слой имеет очень сложное строение — ведь он состоит из поверхностного слоя почвы, камней, стеблей травы, веток деревьев и кус-



Инфракрасное излучение Баргузинской впадины. Снимок со спутника

тарников, игл хвойных деревьев. Когда удобно наблюдать тепловое излучение земной поверхности? Во-первых, ночью, когда не мешает нагрев поверхности солнечным излучением. Во-вторых, осенью, когда деревья сбрасывают листья и хотя бы лиственные леса перестают прикрывать поверхность Земли от глаз спутниковой аппаратуры. Хвойные, естественно, продолжают делать свое дело, но в этих условиях становятся заметными мощные тепловые потоки, сосредоточенные вдоль некоторых элементов земной поверхности, которые связаны с ее геологическим строением. А именно, вдоль разломов горных пород — хотя никаких особых источников тепла там, казалось бы, нет.

Откуда берется лишнее тепло

Тепло, выделяющееся на поверхности Земли, может и не поступать из ее глубин. Например, тепло горящего газового факела и тепло гниения растительных остатков — химического происхождения, результат процессов окисления. Но никаких процессов окисления, никаких горящих газов и гниющих растений вдоль геологических разломов тоже нет. Если тепло не поступает из глубин, а выделяется на месте и если это не результат химических процессов, остается одно — тепловыделение при фазовых переходах. То есть при конденсации пара или замерзании жидкости.

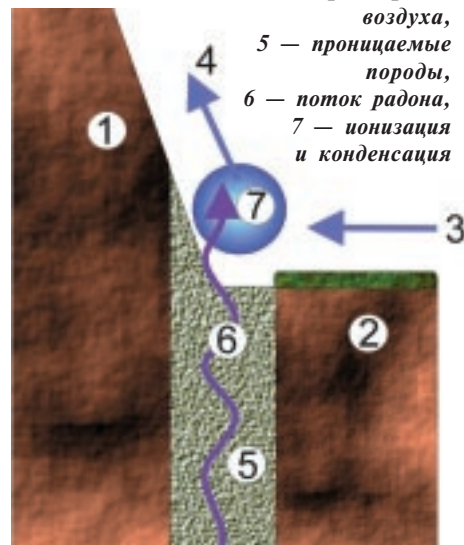
При конденсации пара, за счет которой происходит образование капель

тумана и выпадение росы, выделяется около 2500 Дж/г. Конденсации с выделением воды предшествует образование пересыщенного водяного пара. Но этого условия еще недостаточно. Необходимо появление центров конденсации, на которых вода образует микрокапли, затем сливающиеся в крупные капли и росу. Такие центры конденсации создаются при движении в воздухе заряженных частиц. Например, один из классических методов изучения элементарных частиц основан на применении насыщенного водяного пара в камере Вильсона. В ней фотографируют цепочку мельчайших капель воды, которые образуются при пролете заряженной частицы.

Природный источник заряженных частиц — радиоактивные минералы. При распаде радия, тория и урана образуется радон: изотопы Rn^{222} , Rn^{220} , Rn^{219} .

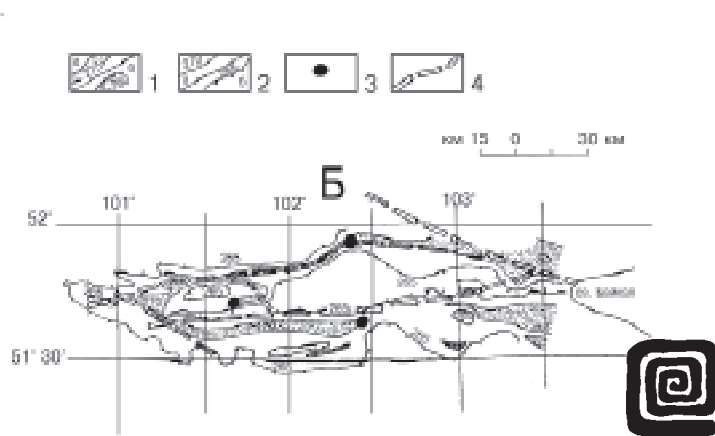
Область разлома и природная камера Вильсона:

- 1 — склон,
- 2 — долина,
- 3 — ветер,
- 4 — подъем и расширение воздуха,
- 5 — проницаемые породы,
- 6 — поток радона,
- 7 — ионизация и конденсация



Байкальская рифтовая зона:

А — Баргузинская впадина,
Б — Тункинская впадина;
1 — температуры,
а — максимумы,
б — минимумы;
2 — изотермы,
а — высокие,
б — низкие;
3 — курорты
и месторождения
горячих
минеральных вод;
4 — тектонические
разломы



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Где искать камеру Вильсона

Природные камеры Вильсона образуются на границах впадин, которые окружены высокими горными хребтами, причем на их подножиях и склонах есть тектонические разломы. Это районы сильных, часто разрушительных землетрясений, в таких местах по разломам перемещаются части земной коры, поэтому разломы называют «активными сейсмогенными». Подобные разломы есть вдоль Байкала и соседних впадин, составляющих Байкальскую рифтовую зону. Они есть также на окраинах Таримской впадины в Синцзяне (Западный Китай). В Центральной Европе разломы ограничивают долины Рейна в среднем течении реки. Они создают склоны плодороднейших долин Сакраменто, Сан-Хоакин и северной части пустыни Мохаве на юго-западе США. На поверхности этих разломов существуют наблюдаемые со спутников узкие (шириной не более 4–15 км) полосы протяженностью до нескольких сотен километров с повышенным поверхностным тепловым потоком (рис. 2). Тепловое излучение ослабевает на поверхности речных долин, пересекающих разломы, в их сухих дельтах при выходе на пустынные безводные равнины, а также у толщ обвально-оползневого происхождения, у подножия высочайших горных хребтов — то есть везде, где что-то экранирует поток радона. Все они хорошо видны на спутниковых тепловых изображениях, особенно на безлесных пространствах Синцзяна и горно-пустынных территориях юго-запада США.

Необходимый для конденсации пара эффект адиабатического расширения имеет место еще в одном случае — при подъеме воздуха вверх в зоне прибора. Поэтому если области повышенной ионизации попадают на границу водной поверхности, то и там происходит усиленная конденсация. Такова ситуация на Байкале, и это лучше всего заметно во второй половине ночи, особенно в осенне-зимний период.

На курорте

Со «святищами» разломами, прежде всего в Байкальской рифтовой зоне (Россия) и в долине Рейна (земля Рейн-Вестфалия, Германия), связаны месторождения горячих и холодных минеральных вод, и на некоторых из них расположены известные курорты (Баден-Баден). Все они находятся в областях с повышенной концентрацией радона. Поток радона в основном зависит от проницаемости горных пород, а она — от сжатия или растяжения частей земной коры. Из области сжатия газ вытесняется в область растяжения, откуда выходит на поверхность и в атмосферу. Во время усиленного выделения Rn на водных лечебницах опасно находиться людям с ослабленным здоровьем. Из активных разломов, кроме Rn, выходят и другие легко подвижные элементы — ртуть, селен, мышьяк, бор; они в определенной концентрации могут быть опасны для человека. Инфракрасное излучение разломов, фиксируемое спутниками, можно использовать для мониторинга радоноактивности. Медико-экологические исследования, проводимые в различных странах, показали, что при прочих равных условиях в радоноопасных районах больше легочных и легочно-раковых заболеваний.

При анализе распределения радона надо еще учитывать, что его на некоторое время задерживают природные сорбенты: неорганические (сляды и гидросляды, обломочные и образовавшиеся при выветривании) и органические — смола мелких растений и деревьев, особенно хвойных. Но это уже — тема другой статьи.

Статья участвовала в конкурсе научно-популярных статей, который проводил Британский совет и агентство ИнформНаука.

Радон может подниматься по трещинам к поверхности Земли. А тектонические разломы и представляют собой узкие линейные зоны трещиноватых, проницаемых горных пород. Радон поднимается по трещинам, попадает в атмосферу и претерпевает α -распад. Это ионизирующее излучение при наличии насыщенного водяного пара в воздухе вызывает конденсацию. Пар воды превращается в туман — капли воды, взвешенные в воздухе. При этом выделяется тепло фазового перехода, его и «видят» радиометры на спутниках.

Откуда водичка?

Но чтобы под действием ионизирующего излучения заработала природная камера Вильсона, необходим пересыщенный водяной пар. В лаборатории пересыщение получают при охлаждении воздуха за счет увеличения его объема (адиабатическое расширение). В природе пересыщенный пар возникает на сочленении плоского дна долины с крутым склоном, который обычно образуется вдоль разлома (рис. 1). Более теплый и поэтому менее плотный воздух с высокой влажностью поднимается, «всплывает» по склону вверх, причем его температура падает и появляется пересыщенный пар. А дальше — ионизация, конденсация, тепловыделение.

За счет выделения тепла и происходит нагрев атмосферы. Это подтверждают многосуточные измерения наземных метеостанций в Тункинской впадине: в полосе повышенной яркости над Тункинским сбросом термодинамическая температура в приземном слое на один градус выше, чем на двух других станциях в центре впадины (рис. 2).



Будь здоров, читатель, или



От диагноза до таблетки

Что мы делаем, если чувствуем недомогание? Иногда идем к врачу, а чаще просто достаем домашнюю аптечку, берем таблетку, глотаем ее и ждем результата. Неприятные ощущения, как правило, проходят.

Но чтобы современное лекарство попало к нам в руки, тысячи людей работали, чтобы установить причины недугов, искали химические вещества, которые могут бороться с

ними, действуя с минимальным ущербом для организма. Потом на лабораторных животных и сотнях добровольцев врачи отработывали оптимальную дозу лекарства. Лишь после долгих лет труда и бумажных волокит, которые занимают от пяти до десяти лет, новое лекарство разрешают к производству. А если учесть, что препарат еще надо произвести, расфасовать, развезти по аптекам, рассказать о нем медицинским работникам Ну как тут не про-

никнуться уважением к создателям лекарств?

Достижения современной фармацевтики впечатляют. Пока в течение тысячелетий люди лечились отварами трав и прочими народными средствами, средняя продолжительность жизни человека была очень невелика. В средневековой Европе она не достигала и 40 лет, а сегодня, благодаря развитию здравоохранения и, в том числе новым лекарствам, почти удвоилась.

Как работают лекарства



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Эффекты и механизмы

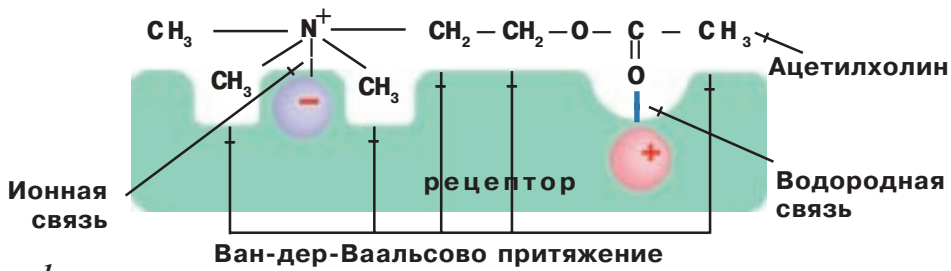
С незапамятных времен люди знали: сок маковых головок снимает боль, напитки, приготовленные брожением зерна или фруктов, вызывают временные изменения в поведении, настойка коры ивы снижает повышенную температуру. Эти средства действовали всегда одинаково, независимо от причин, вызвавших боль или жар.

Но вот в середине XVII века обнаружили, что настойка коры хинного

дерева эффективно снимает жар у больных малярией, и попытались лечить этим препаратом другие разновидности лихорадок. Однако выяснилось, что новое средство оказывается в этом случае малоэффективным, да и на здоровых людей оно тоже никак не влияет. Как же лекарство действует? Вопрос этот долго оставался открытым, и только в 1880 г. французский ученый Чарльз Лаверан установил, что малярию вызывает инфекционный микроорганизм — маля-

рийный плазмодий, который разрушает эритроциты, а хинин подавляет его развитие (см. «Химию и жизнь», 2002, № 9).

Сейчас мы знаем, что за регуляцию температуры тела отвечает определенный участок мозга, который работает примерно как датчик в термостате, — включая и выключая разогрев организма при потере тепла. Паразиты попадают в кровь, продукты их жизнедеятельности достигают мозга и устанавливают «датчик термостата» на



1
Схема взаимодействия молекулы ацетилхолина со своим рецептором

высокий уровень разогрева. Лекарство же, со своей стороны, не дает плазмодию размножаться, устраняя причину повышения температуры. Некоторое улучшение самочувствия при других видах лихорадки наступает из-за того, что хинин может воздействовать на терморегулирующий участок мозга, способствуя понижению температуры, однако причина заболевания при этом не устраняется, и эффект часто оказывается нестойким.

Для большинства современных препаратов механизм действия хорошо известен — и это важно. Ведь к одному и тому же физиологическому эффекту (например, к уже упомянутому обезболиванию или снижению температуры) могут приводить совершенно разные процессы в организме.

Рассмотрим это на примере. Мы знаем, как ведет себя зрачок по отношению к свету: при ярком освещении его диаметр уменьшается, а в полутьме он становится больше. Некоторые лекарства, такие, как атропин, если их закапать в глаза, действуют на мышцы, управляющие адаптацией зрачка к световому потоку. Под действием атропина зрачок расширяется, независимо от яркости света, а под влиянием некоторых фосфоорганических продуктов (отравляющих веществ, инсектицидов), напротив, сужается.

А вот если закапать в глаз раствор морфина, со зрачком ничего не случится, хотя хорошо известно, что при приеме наркотика внутрь происходит характерное сужение зрачка. Дело в том, что морфий влияет не на мышцы глаза, а на мозг и нервную систему, причем действует он подобно яркому свету. Из этого примера понятно, почему при создании новых лекарств ученые пытаются не только оценить очевидные эффекты от их приема, но и понять, на какие органы и системы организма эти лекарства влияют, проследить метаболизм вещества. Только вся совокупность характеристик и позволяет четко определить допустимую область применения препарата.

Если лекарство воздействует на орган как целое, объяснить механизм его работы обычно легко. Пример — нейтрализация избыточной кислоты

желудочного сока с помощью соды, мела или гидроокисей алюминия и магния. Образующиеся продукты реакции, то есть соли, вода и углекислый газ, раздражают слизистую оболочку желудка значительно меньше, чем ионы водорода, и изжога прекращается. Другой пример — применение высокомолекулярного полимера гепарина для предотвращения свертывания крови. Этот полимер содержит отрицательно заряженные сульфогруппы, которые легко реагируют с положительно заряженными белками плазмы крови. Комплекс гепарина с адсорбированными на нем белками не обладает свойствами исходных компонентов, и поэтому его коагуляция с последующим образованием тромбов просто невозможна.

Трудности с объяснением механизма действия лекарства могут возникнуть, когда вещество регулирует работу не органов как таковых, а отдельных клеток. Если какое-то вещество работает внутриклеточно, это обычно означает, что оно взаимодействует с функционально значимыми молекулами и тем самым оказывает влияние на процессы, жизненно важные для клетки: дыхание, деление, энергетический баланс. Состояние клеток меняется, и это приводит к отклику на уровне органа и целого организма.

Лекарство и клетки

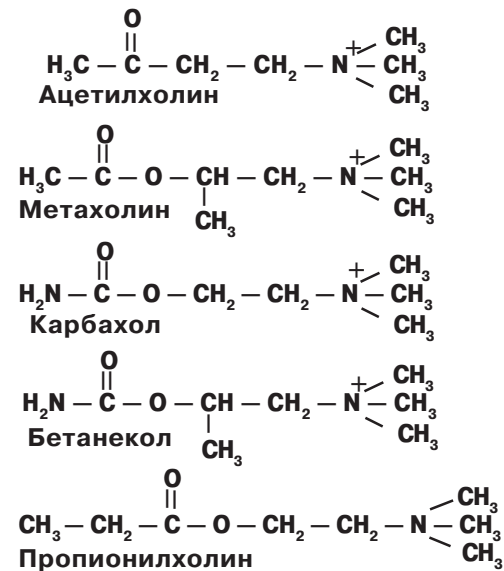
Чтобы разобраться с механизмом работы лекарств, действующих на клеточном уровне, многие эксперименты с новыми препаратами ставят даже не на животных, а на клеточных культурах. Предшественники современных фармакологов установили, что существует определенная связь между химической структурой лекарства и специфичностью его биологического эффекта. Речь идет в первую очередь о взаимодействии лекарственного вещества с рецепторами на поверхности клеток. Такое взаимодействие приводит к биологическому эффекту только при полном соответствии функциональных групп в молекулах лекарства и рецептора, то есть тогда, когда между ними

образуются химические связи: ионные, водородные или хотя бы обеспечиваемые силами Ван-дер-Ваальса.

Для специфичности и обратимости взаимодействия лекарство—рецептор обычно требуется синхронное образование связей сразу нескольких типов. Совершенно необходимо, чтобы контакты с нужными рецепторами возникли быстро и были достаточно прочными — иначе кровь пронесет молекулу мимо. Лучше всего подходят для этой цели ионные связи: они сильнее водородных да и образуются быстрее. Макромолекулы рецепторов имеют, как правило, заряженные группы, и, чтобы лекарство быстро связывалось с ними, в его молекуле стараются предусмотреть противоположно заряженные центры (рис. 1).

Пытаясь разобраться, что представляют собой мембранные рецепторы и как они работают, исследователи выделили из тканей рецептор ацетилхолина в чистом виде. Оказалось, что это высокомолекулярный липопротеин. В дальнейших исследованиях ученые подобрали химические вещества, подходящие к рецептору как ключ к замку, способные связываться с ним, и оказалось, что все они обладают в организме той же фармакологической активностью, что и ацетилхолин (рис.2). Большой вклад в исследование процессов взаимодействия между лекарством и рецептором внес британский фармаколог Альфред Кларк (1885–1945).

Таким образом, выяснилось, что только вполне определенные химические группы молекулы и их взаимное расположение действительно имеют значение для того, чтобы вещество обладало биологическим эффектом. Другие звенья молекулы можно было менять без особого ущерба для био-



активности. Это открытие послужило толчком к синтезу лекарственных веществ, отличающихся по своей структуре от природных регуляторов физиологических процессов. Успехи химии хорошо видны на примере синтеза модифицированных эстрогенов и аналогов прогестерона, которые совершили революцию в области противозачаточных средств. Искусственно синтезированные аналоги имеют те же активные центры, что и природные гормоны, у них та же фармакологическая активность. Однако в отличие от природных, эти вещества не разрушаются в кишечнике и печени с той же легкостью: при оральном приеме они могут затем всасываться в кровь и достигать клеток-мишеней, сохраняя свои биоактивные свойства.

А сохранить биологическую активность вещества в организме не так-то просто. Даже если оно устойчиво к разрушению ферментами, в процессе движения по кровотоку молекула лекарства может столкнуться с рецепторными макромолекулами, обладающими противоположно заряженными химическими группами. Произойдет адсорбция, и в случае необратимого взаимодействия лекарственный агент выйдет из строя, никак не успев проявить себя в организме.

Например, один из основных белков плазмы крови — альбумин легко создает различные комбинации с антибиотиками, аспирином, сульфопрепаратами и многими другими лекарствами. По этой причине концентрацию таких веществ приходится увеличивать до тех пор, пока в крови не появится некоторое количество несвязанного препарата — только оно и пойдет, собственно, на лечение.

В нашем обзоре мы не касаемся той группы химических веществ, меха-

низм действия которых не связан со специфическими рецепторами напрямую, — это в основном анестетики. Строение молекул хлороформа, этилового спирта, закиси азота, циклопропана и инертного газа ксенона абсолютно различно, но все эти вещества воздействуют на мозг и вызывают порой схожие реакции.

Как преодолеть барьер

Обычно лекарства производят нужный эффект только тогда, когда достигают непосредственно зоны действия — а именно рецепторов на поверхности клеток-мишеней. Для этого они должны попасть к месту назначения, преодолев всевозможные барьеры, создаваемые тканями и стенками кровеносных сосудов.

Структуры, преграждающие путь молекулам лекарства, вообще говоря, полупроницаемы, то есть некоторые вещества проходят сквозь них свободно, другие с трудом, а для третьих они почти полностью непреодолимы. Это создает дополнительную проблему для фармакологии — ведь проходить через биологические барьеры способны только молекулы с подходящей конфигурацией.

Транспортный механизм в биологических системах подчиняется общим законам, но имеет и свои особенности. Ведь для того, чтобы лекарство подействовало, вещество должно не только более или менее свободно проникать сквозь оболочки отдельных органов (или слои кожи, если оно входит в состав мази). При таких переходах молекула лекарства не должна менять свою форму и степень ионизации либо должна менять ее заданным образом.

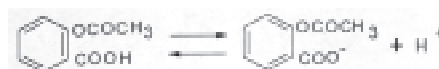
Иногда лекарства просто диффундируют через мембраны, то есть распространяются по градиенту концентрации. Однако есть и такие вещества, которые могут накапливаться снаружи органа, но при этом почти не проникают внутрь. Иногда они не могут достигнуть только какой-то конкретной области организма. Тому есть свои причины. Так, например, большинство водорастворимых веществ (исключение составляют аминокислоты и глюкоза) не могут попадать в мозг из капилляров. Объясняется это тем, что мелкие сосуды мозга окружены особыми клетками — астроцитами, которые создают дополнительный барьер и препятствуют диффузии.

В подобных случаях разработчикам новых лекарств приходится учитывать и особенности конкретных органов, и структуру лекарственных агентов.

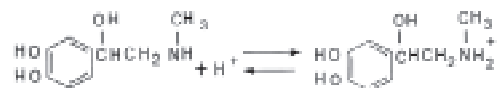


БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Как показали наблюдения, большинство лекарств являются электролитами. Причем в отличие от сильных электролитов, к которым относятся неорганические кислоты, щелочи и соли, органические вещества ионизируются в водном растворе только частично, образуя слабые кислоты, как аспирин:



или слабые основания, как нордредналин:



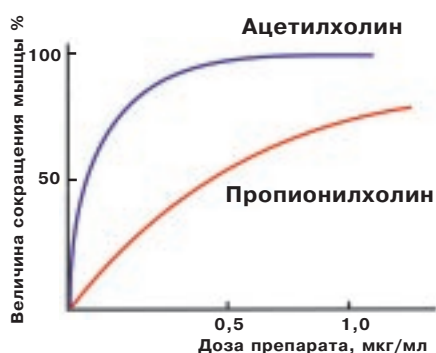
При этом степень ионизации, а значит, и растворимость лекарств во многом зависит от pH среды. Это наблюдали, например, когда исследовали свойства сильного яда стрихнина. В эксперименте лабораторным животным вливали в желудок по 5 мг этого вещества в составе растворов с разным уровнем pH. При pH 8,0 степень диссоциации молекул стрихнина составляла 54% и животные погибали через 24 минуты, если раствор имел pH 5,0 (степень диссоциации 0,1%), они жили два с половиной часа, а в очень кислом растворе с pH 3,0 стрихнин почти не диссоциировал (0,001%), и подопытные оставались живы.

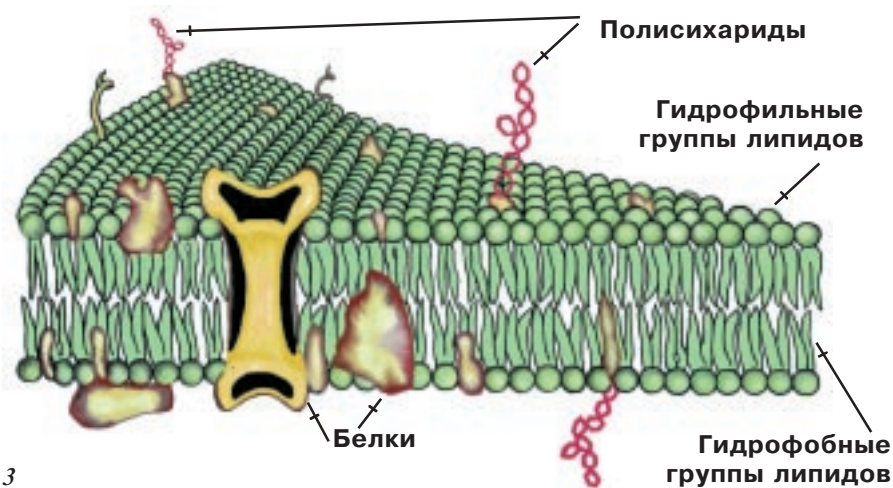
Выводы, которые следуют из результатов опыта, таковы: чтобы иметь возможность пройти через липидную мембрану и попасть внутрь клетки, некоторые вещества должны взаимодействовать с заряженными группами белков на поверхности мембраны (рис. 3), образовывать с ними ионные или водородные связи (за образование водородных связей отвечают полярные группы (такие, как гидроксигруппы и аминоксигруппы)). Только тогда у вещества появится шанс оказаться внутри клетки.

Функция некоторых белков в составе клеточных мембран заключается как раз в том, чтобы переносить внутрь или наружу вещества, способные образовывать с ними связи. Однако основной способ доставки ле-

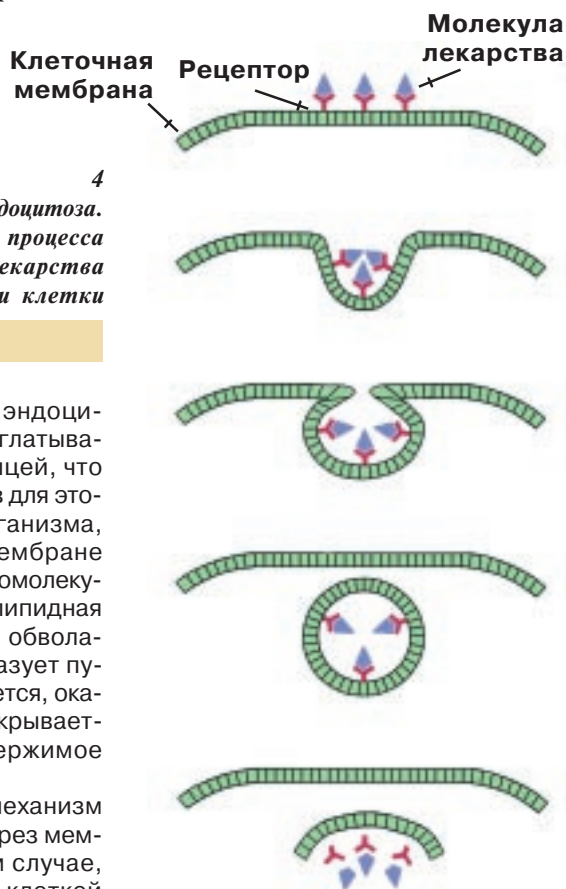
2

Молекулы, обладающие в организме активностью ацетилхолина, имеют сходную с ним химическую структуру. Неполное соответствие этих молекул структуре ацетилхолинового рецептора клеточных мембран приводит к снижению эффективности воздействия





3
Структура клеточной мембраны



4
Последовательные стадии эндоцитоза.
В результате этого процесса молекулы лекарства оказываются внутри клетки

карств в клетку — все-таки эндоцитоз: процесс, похожий на заглатывание пищи, с той лишь разницей, что никаких специальных органов для этого у клетки, в отличие от организма, нет. В том месте, где к мембране присоединяется нужная макромолекула или целый конгломерат, липидная оболочка клетки изгибается, обволакивает собой частицу и образует пузырек, который отпочковывается, оказывается внутри, а затем вскрывается, высвобождая свое содержимое (рис. 4).

Однако каким бы ни был механизм проникновения лекарства через мембрану в каждом конкретном случае, без первичного контакта с клеткой молекулам никак не обойтись. Поэтому к двум первым задачам — создать в молекуле центр, обеспечивающий лекарственный эффект препарата, и не дать ей потерять активность раньше времени — прибавляется третья: предусмотреть в структуре соединения функциональные группы, способные обеспечить его активный перенос внутрь клетки. При этом связывание с белками-переносчиками должно быть обратимым, а молекула после ее переноса через мембрану не должна менять ни свойств внутриклеточной среды, ни своей конформации, как не должна она и утрачивать активность каким-либо другим образом.

По пути к месту действия

Итак, мы в общих чертах разобрались, как заставить молекулу лекарства работать на благо организма, а теперь самое время рассмотреть вопрос о том, как ее доставить по назначению.

Наиболее удобный способ приема лекарства — это конечно же проглотить его, но этот вариант годится не всегда. Ведь в этом случае неизбежны колебания концентрации лекарства в организме: резкое увеличение после приема и падение почти до нуля перед приемом следующей дозы, причем состав пищи или ее

отсутствие в желудке иногда могут еще больше обострить ситуацию.

Кроме того, среда в желудке очень агрессивная. Мало того что желудочный сок имеет высокую кислотность (его pH может доходить до 2,0), так еще и ферменты в нем присутствуют. Поэтому некоторые лекарства лучше усваивались, их рекомендуют принимать до еды с водой — иначе пища, особенно жирная, затруднит всасывание.

Исключение составляют вещества, которые вызывают раздражение внутренней оболочки органов пищеварения, — их принимают после еды, чтобы защитить желудок. В этом случае препарат усваивается, конечно, не сразу, большая его часть попадает в кишечник вместе с пищей. Но лекарственное вещество может всасываться и здесь, причем в десять—двадцать раз эффективнее. Ведь площадь эпителия одного только тонкого кишечника составляет около 200 кв.м!

Кстати, благодаря способности многих веществ эффективно проникать в кровь через стенки прямой кишки можно вообще избежать воздействия кислой среды желудка на препарат. В медицине давно и вполне успешно применяют ректальные (анальные) свечи.

Подкожное или внутримышечное введение лекарства решает те же проблемы: избавляет лекарство от контакта с желудочным соком и позволяет пощадить пищеварительный тракт. С помощью инъекций в мышцы ягодиц или верхней части руки можно вводить большие объемы растворов, да и барьерами для лекарств в этом случае будут только стенки капилляров. Ну а на крайний случай есть и совсем прямой путь: можно ввести препарат в кровоток, сделав больному внутривенную инъекцию. При этом желаемый эффект получается куда быстрее. Ведь скорость, с которой лекарства достигают органов-мишеней, зависит, в частности, и от того, как быстро они преодолевают биологические барьеры. (Чтобы просочиться сквозь стенки желудка, кишечника или даже сосудов в кровь, тоже нужно время.)

Однако даже если лекарство тем или иным образом попало в кровь, это еще не означает, что все сложности с его транспортировкой к органам уже позади. Кровеносная система устроена так, что поток крови направляется от желудка и кишечника прямо к печени и только потом поворачивает к другим органам. Это всегда учитывают при разработке новых лекарственных форм: ведь одна из функций печени — обезвреживать потен-

циально опасные соединения, значит, здесь могут разрушаться и лекарства.

Чтобы обойти печень, некоторые препараты рекомендуют класть под язык или рассасывать. Дело в том, что поток крови, обслуживающий полость рта, в своем первом цикле не проходит через печень, и активность вещества, проникающего в кровоток сквозь тонкий слой эпителия, сохраняется. Яркий пример — действие нитроглицерина. Таблетка, помещенная под язык, снимает сердечную боль в течение двух минут, а такое же количество препарата, принятое внутрь, для сердечника абсолютно бесполезно.

Иногда, чтобы не дать препарату быстро разрушиться, его вводят в состав мази, которую втирают в кожу подходящего участка тела. Пройдя сквозь несколько слоев эпителия, лекарство сразу же попадает в кровоток, направленный к больному органу. Трансдермальный путь доставки лекарств хорош еще и тем, что, используя вместо мази лечебный пластырь, можно добиться поступления препарата в нужное место с постоянной скоростью и очень точно соблюсти рекомендуемую дозу (см. «Химию и жизнь», 2002, № 8).

Но если лекарственное вещество можно перевести в газообразное состояние или оно представляет собой летучую жидкость, то лучший способ введения препарата конечно же ингаляция. Тончайшая (0,5–1 микрон) поверхность альвеол имеет площадь около 200 кв.м и сплошь пронизана капиллярами — их площадь составляет 90 кв.м. Благодаря этому через легкие ежеминутно прокачивается такое же количество крови, как и через все оставшееся тело, а тонкие стенки сосудов позволяют ей легко насыщаться и кислородом, и другими веществами в составе дыхательной смеси. Эффект от вдыхания лекарственных препаратов наступает, как правило, быстрее, чем при введении их другим способом. Ингаляционную терапию применяют для стимуляции дыхания (кислород), анестезии, в случае приступов астмы.

Куда девать ненужное

Итак, мы уяснили себе, какими особенностями должны обладать вещества, претендующие на роль лекарств, поняли, как их доставить в нужную точку организма и заставить работать. Однако остается еще один комплекс проблем. Как долго работает лекарство? Что происходит с ним потом? Как вывести чужеродное вещество из организма?

В большинстве случаев, как уже упоминалось, лекарственные веще-

ства разрушаются в печени — организм стремится очиститься от чужеродных химикатов сам. При этом сложные соединения превращаются, как правило, в более простые вещества, способные выводиться из организма достаточно легко.

Например, некоторые альдегиды и спирты частично выходят через легкие. Этим пользуются сотрудники автоинспекции: если заставить нетрезвого человека подышать в трубочку с раствором вещества, реагирующего с продуктами распада алкоголя, можно определить степень опьянения водителя.

Небольшая доля водорастворимых лекарств и продуктов их метаболизма удаляется из организма с потом, слезами, слюной и даже с материнским молоком. Однако больше всего чужеродных веществ и продуктов их распада концентрируется в моче. За день через почки проходит около 180 литров жидкости, содержащей растворенные вещества — большей частью, необходимые организму. При этом только незначительная часть соединений (менее 1%) оказывается в составе мочи, но, если почки работают нормально, они удаляют из крови в основном ненужные или даже вредные вещества — избышек солей, а также продукты распада клеток и отдельных макромолекул. Часто подобные вещества появляются в организме в процессе работы печени.

Разрушение лекарств этим органом — головная боль разработчиков новых препаратов. Но если вещество уже сыграло свою роль, то в дальнейшем печень очищает организм от продуктов метаболизма, что хорошо.

Каждый день печень нарабатывает до литра желчи, компоненты которой, особенно желчные кислоты, способствуют разложению и усвоению жиров в кишечнике. При этом более 80% печеночного секрета довольно быстро всасывается в кровь и попадает из кишечника обратно в печень. Таким образом, желчные кислоты совершают циркуляцию и могут использоваться организмом повторно. Вот здесь-то молекула лекарства и попадает иной раз в ловушку. Многие вещества способны образовывать комплексы с компонентами желчи, диффундировать сквозь стенки кишечника в кровь и таким образом участвуют в цикле печени — кишечник — кровь — печень. Процесс продолжается до тех пор, пока лекарственные молекулы не деградируют полностью и не перейдут из крови в мочу.

Печень имеет в своем составе специальные клетки, внутри которых много так называемых микросомальных ферментов. В отличие от прочих, как



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

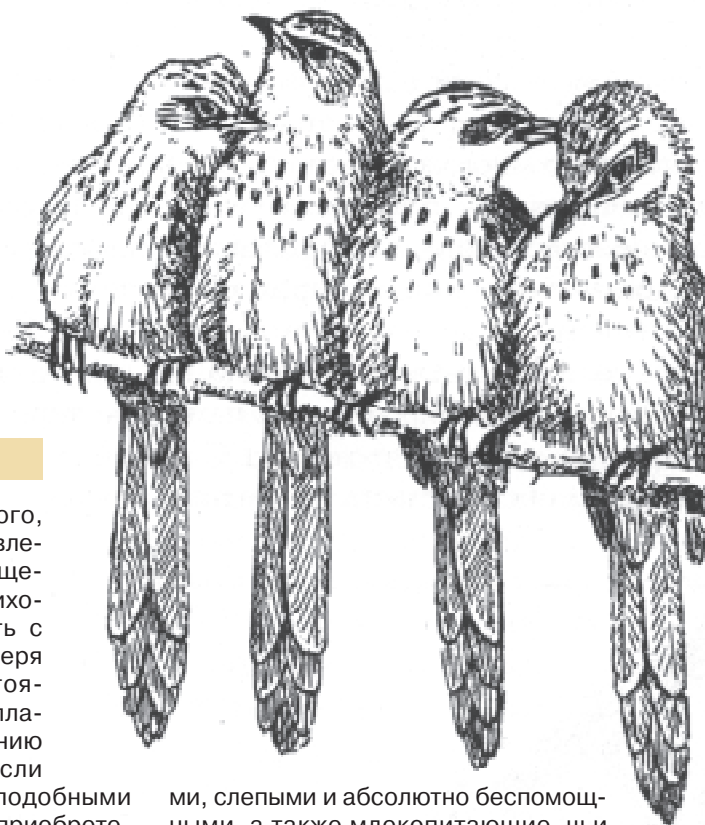
правило, высокоспецифичных ферментов представители этой группы могут взаимодействовать с веществами очень разными по структуре. Обычно они переводят лекарственное вещество в неактивную форму, окисляя или восстанавливая молекулы.

Биотрансформация лекарственных веществ происходит не только в печени, но и в плазме крови, почках, тканях мозга, поскольку и внутри клеток, и на их поверхности, и во всех биологических жидкостях организма присутствует множество ферментов. А ферменты — это катализаторы химических реакций, в том числе и тех, в которых могут участвовать молекулы лекарств.

Итак, мы вкратце проследили путь лекарственной молекулы в организме от начала до конца. Надеюсь, читатели увидели, что между химической структурой лекарства и специфичностью его биологического действия существует определенная зависимость. Современные препараты обладают высокой избирательностью: они влияют только на определенные ткани, органы и даже клетки, в то время как на других частях организма их влияние может не сказываться вовсе.

Вот эту избирательность действия фармацевтическая наука и старается усовершенствовать. В последние годы для создания новых лекарств химики часто используют достижения молекулярной биологии. Поведение клеток под влиянием различных веществ задает направление поисков по созданию новых соединений — тех, которые будут действовать с минимальными побочными эффектами. Но такие разработки дороги, и, скорее всего, в перспективе новых лекарств будут создаваться меньше, чем раньше. Весьма вероятно, что в ближайшем будущем фармакологическая химия сосредоточит внимание на совершенствовании методов синтеза уже известных лекарств.





Бегство от одиночества

2. Эти непредсказуемые говорухи

Во всякой кажущейся (если не вникать глубоко) гармонии интересов таится скрытый и только отложенный на время конфликт. Ибо там, где господствует лишь личный интерес, ничто не сдерживает сталкивающиеся эгоизмы, каждое «я» находится относительно другого на военном положении, и всякое перемирие в этом вечном антагонизме не может быть долговременным.

Эмиль Дюркгейм.

О разделении общественного труда

Вероятно, мало кто не согласится с тем, что среди бед человеческих одно из первых мест принадлежит одиночеству. Недаром сетования на эту напасть — постоянная тема в лирической поэзии всех времен и народов. Вспомним хотя бы Лермонтова: «Как страшно жизни сей оковы нам в одиночестве влачить». Впрочем, в анналах народной мудрости, в фольклоре и поэзии мы подчас обнаруживаем и несколько иные мотивы. Например: «Плохой товарищ хуже одиночки». Очевидно, о том же повествует, выражаясь в гораздо более возвышенном стиле, русский поэт-декадент Н.М.Мирский:

*Заветное сбылось, я одинок,
Переболел и дружбой и любовью.
Забыл — и рад забвенью, как здоровью,
И новым днем окрашен мой восток.*

Ив самом деле, трудно отрицать, что, приобретая спутника жизни — будь то соратник по совместной деятельности или партнер по браку, — мы неизбежно принимаем на себя те или иные дополнительные обязательства и, значит, теряем часть личной свободы и

независимости. Более того, чем большее число лиц вовлечено в орбиту нашего существования и чем чаще приходится взаимодействовать с ними, тем острее потеря индивидуальной самостоятельности и тем труднее планировать дальнейшую линию личного поведения. И если радость общения с себе подобными вкуче со всевозможными приобретениями в ходе кооперативного труда — это цветы коллективного существования, то возникающая при этом непредсказуемость судеб каждого из участников событий — его горький плод.

Яркой иллюстрацией сказанному могут служить примеры из живой природы — в частности, группировки, известные зоологам под названием «коммуны».

Своеобразие этих объединений животных — в том, что заботу о потомстве здесь осуществляют не только сами родители, но и «помощники»; последние — либо члены той же семьи, либо вовсе не связанные с ней кровным родством.

Понятно, что почва для формирования долговременных коллективов типа коммун существует лишь там, где отпрыски в момент рождения и в первое время после него еще не обладают всем необходимым для самостоятельной жизни — по контрасту с тем, что мы видим у большинства беспозвоночных, а среди позвоночных — у рыб, земноводных и пресмыкающихся. Поэтому интересующий нас «коммунальный» образ жизни наиболее распространен среди животных, потомство которых состоит из так называемых незрелорождающихся детенышей. Они и нуждаются в длительном уходе со стороны взрослых особей. Сюда относятся прежде всего птенцовые птицы, у которых отпрыски вылупляются из яйца голы-

ми, слепыми и абсолютно беспомощными, а также млекопитающие, чьи детеныши столь же недееспособны, как и новорожденное дитя человека.

Простейший вариант коммуны — это семейная группа, включающая в себя, помимо отца, матери и их очередного приплода, уже возмужавших отпрысков тех же родителей. Прообраз подобных «расширенных» семей известен, например, среди семейных групп гibbonов и игрунок. Однако интересующие нас сейчас коммунальные ячейки отличаются от группировок этих обезьян тем, что в «коммунах» детеныши нуждаются в гораздо более разнообразных услугах со стороны взрослых членов объединения (в частности, обязанности последних — сооружение постоянного и надежного убежища для новорожденных — гнезда у птиц, логова у млекопитающих). А вынужденная необходимость более частых и тесных контактов между воспитателями детенышей (плоды многогранной совместной деятельности которых так нужны последним) создает дополнительную почву для возникновения всевозможных конфликтов. Они подчас и приводят к поистине трагическим результатам.

Впрочем, для стороннего наблюдателя внутренняя напряженность внутри коммуны далеко не всегда очевидна. Да что там сторонние — даже зоологи долгое время не придавали большого значения тем внешним признакам недружелюбия, которые от случая к случаю проявляются в форме мимолетных ссор между членами коммунальной ячейки (по известно-

Продолжение. Начало — в № 4, 2003.

Минуты досуга говорушки предпочитают проводить в тесной компании, сидя вплотную друг подле друга, обычно на одной и той же излюбленной ими ветви. По краям усаживаются обычно доминирующий в группе самец и тот, что на одну ступень ниже рангом (либо альфа-самка, если в группе только один самец)



КНИГИ

му принципу: «милые бранятся — только тешатся»). В общем, так или иначе, среди натуралистов сложилось твердое убеждение: в коммунальных группировках животных царит полная гармония. Полагали так: благодаря сторонней помощи (то есть «услугам» коммуны) родители получают возможность принести и вырастить максимальное число потомков, а последние ни в чем не нуждаются, находясь под опекой нескольких нянек.

Увы, эта идиллическая картина всеобщего благополучия сильно померкла в последние годы, после того, как зоологи приступили к скрупулезному изучению многолетних событий внутри конкретных коммунальных ячеек. Поскольку объектами наблюдений стали теперь индивидуально опознаваемые животные (помеченные, к примеру, цветными кольцами или какими-либо другими специальными метками), наши знания о жизни коммун быстро обогатились множеством интереснейших сведений. Например, таким: бескорыстные помощники («няньки») набираются опыта в процессе ухода за молодняком — в ожидании того момента, когда им самим представится удобный случай стать продолжателями рода.

Вот мы и добрались до наших говорушек.

Израильский орнитолог А.Захави был среди первых, кто решил уз-

нать доподлинно, что же именно происходит в интимной жизни животных, практикующих коммунальный образ жизни.

Объектом исследований ученых избрал самого обычного обитателя аридных субтропиков Ближнего Востока — так называемую арабскую говорушку. Это — птица из семейства тимелий величиной со скворца, окрашенная в скромные серовато-бурые тона. Говорушек, вереницей перелетающих нестойким полетом от одного куста к другому, легко опознать на расстоянии по их характерному силуэту: издали бросается в глаза длинный ступенчатый хвост, который птица время от времени ставит почти вертикально. Взрослые индивиды разного пола различаются лишь цветом радужки глаз: у самцов она желтая, а у самок коричневая.

В безводной пустыне Негев говорушки селятся в маленьких оазисах, где в густых кронах разбросанных там и тут невысоких деревьев и в кустах им удастся надежно прятать свои довольно крупные гнезда. Однако пустыня есть пустыня — корма для птиц здесь никогда не бывает в изобилии. Особенно тяжело приходится в периоды засухи: и без того скудная растительность уже к началу лета чахнет под палящими лучами солнца, и насекомые, пауки, мелкие рептилии и прочая живность, составляющая основу питания говорушек, днем укрываются от изну-

ряющего зноя в глубоких норах, под камнями, в трещинах скал. Правда, при помощи сильного долотообразного клюва говорушке подчас удается добыть корм буквально из-под земли — например, раскапывая гнезда крупных пустынных муравьев. И все же поиски пищи превращаются для наших птичек в настоящую проблему.

В таких условиях постоянной скудости кормов каждая семья вынуждена осваивать весьма обширный охотничий участок. Свой, личный. И доступ туда посторонним говорушкам полностью запрещен. В результате вся местность, сколько-нибудь пригодная для жизни этих птиц, без остатка поделена на земельные наделы, каждый из которых принадлежит отдельной семье. Такой участок занимает площадь от 2 до 10 гектаров. В течение года его ревностно охраняют все члены семейной группы от проникновения сюда прочих представителей того же вида. Ревностно — значит, соседские взаимоотношения между обладателями этих земельных наделов, или территорий, как их называют зоологи, чрезвычайно обострены и время от времени выливаются в ожесточенные, порой кровопролитные конфликты.

В результате семейная группа оказывается как бы невольным узником ею самой установленных пограничных преград, и именно это во многом объясняет своеобразный характер коллективной жизни говорушек. Казалось бы, по окончании очередного сезона размножения юным отпрыскам следовало бы покинуть территорию родителей и обзавестись собственными владениями. Но, увы, вакантных угодий в ближайшей округе нет, а на чужую территорию эмигранта едва ли допустят ее хозяева. С другой стороны, если под давлением обстоятельств неопытный юнец остается жить на участке своих родителей, то он своим присутствием нарушает баланс между ограниченными запасами корма и потребностями в нем всех членов группировки.

Оказавшись перед таким выбором, некоторые юные говорушки отказы-

В некоторые дни перед восходом солнца все члены группы говорушек сбиваются в тесную кучку, причем каждый старается занять место в самой середине, всеми силами проталкиваясь туда. Во время этой церемонии, продолжающейся обычно несколько минут, некоторые ее участники лихорадочно перебирают клювом свое оперение



ваются от обеих из двух обозначенных возможностей и становятся бездомными бродягами — с тем чтобы в дальнейшем, при удобном случае, приобрести собственную территорию или постепенно внедриться в какую-либо из уже существующих семейных групп. Но таких птиц, склонных к бродяжничеству, среди молодняка абсолютное меньшинство. Что же касается всех прочих, то они предпочитают до поры до времени оставаться среди выращивших их говорушек. А это значит, что семейная группа, разрастаясь с каждым годом все больше, в конце концов оказывается перед лицом тех самых проблем, которые столь хорошо знакомы обитателям любой коммунальной квартиры.

Начнем с того, что сама по себе теснота неизбежно порождает конфликты и взаимную агрессию. Молодые говорушки начинают ссориться друг с другом почти сразу же, как только покидают свое гнездо. Такие свары в среде молодняка сравнительно безобидны, однако со временем они приводят к установлению там отношений господства и подчинения. Впрочем, случается и так, что мимолетная неприязнь перерастает в личную вражду, и тогда один из соперников не успокоится до тех пор, пока гонимый им сородич не покинет семейную группу, превратившись в бесприютного эмигранта-парию.

Что касается юных говорушек, котрым так или иначе удалось закрепиться на родительской территории, то они отныне стараются не нарушать прав первенства более сильного. Господствует в семье старый самец-отец, которому беспрекословно отводится роль доминанта. Его разновозрастные сыновья, сохранившие свое членство в группе в предыдущие годы и в минувший сезон размножения, распределяются по ступенькам иерархической лестницы соответственно своему

возрасту, силе и энергии. Поэтому юнцы, принадлежащие к самому последнему поколению, оказываются в наименее выгодном положении — в статусе индивидов наиболее низкого ранга. Такой же порядок ранжирования поддерживается и среди самок, которые, однако, в конфликтных ситуациях уступают самцам-ровесникам.

Мир и спокойствие в разросшейся семейной ячейке были бы гарантированы, если бы взаимоотношения строились на безусловной покорности каждой низкоранговой говорушки по отношению к любой особи более высокого ранга. Увы, с приближением весны, когда пустыня оживает в предвкушении очередного праздника любви, обстановка внутри семейного коллектива говорушек все более накаляется. Дело в том, что такой коллектив иногда включает в себя не только главного самца-доминанта, но и до восьми его потомков мужского пола, приходящихся друг другу, как правило, родными или сводными братьями. Каждый самец уже на второй год жизни способен производить потомство, поэтому неудивительно, что с наступлением очередного сезона размножения все они превращаются в потенциальных соперников. Отношения конкуренции складываются и среди самок, которых в семейной группе может быть до шести одновременно.

Ситуация особенно осложняется потому, что, по негласному закону, которому следуют наши птички, в пределах данной территории совершенно исключено одновременное присутствие более чем одного гнезда. И вместо того чтобы с наступлением весны поделиться на парочки и разойтись полюбовно, вся группа говорушек скопом приступает к сооружению одной-единственной коммунальной колыбели для будущих птенцов. Но лишь когда строительство близит-

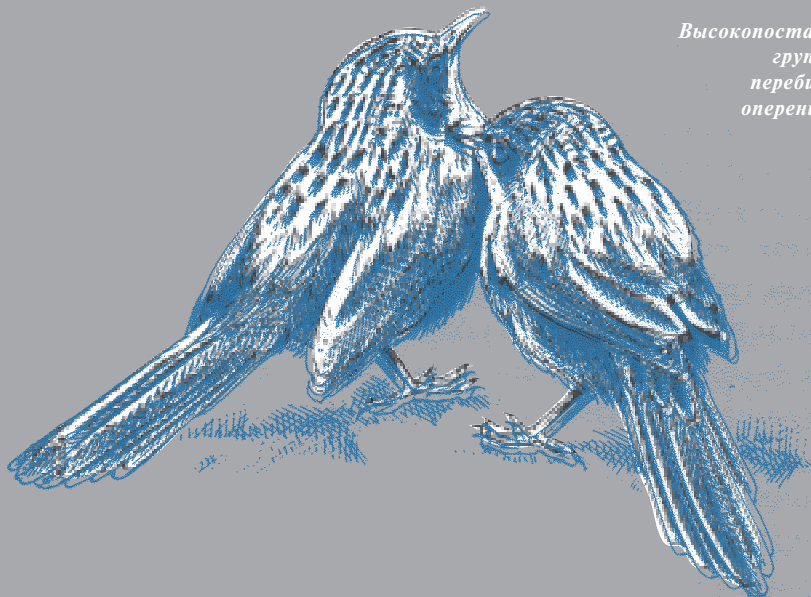
ся к концу, возникает вопрос: а кто же, собственно, на этот раз станет родителями запланированного потомства?

Надо сказать, что среди самок право первенства почти неизменно принадлежит самой опытной самке-старожилу — как правило, матери всех многочисленных членов группы (за исключением самца-доминанта, ее постоянного супруга). Так, в одной из группировок, жизнь которой А.Захави изучал на протяжении пятнадцати лет, такая самка-матрона появилась в качестве иммигрантки в 1975 году в компании трех других самок (вероятно, ее сестер). В течение следующих десяти лет она оставалась здесь единственной приносящей приплод особью, пока по неясным причинам не покинула группировку, уступив свое место другой самке, также иммигрантке.

По-иному складываются в группе отношения между самцами. Особи в возрасте четырех и более лет, не без основания считающие себя достаточно взрослыми, отнюдь не склонны беспрекословно отказываться от утех любви в пользу самца-доминанта. И хотя последний обычно из года в год сохраняет свое преимущественное право первого производителя потомства, ему подчас приходится делить благосклонность своей супруги с некоторыми самцами из числа братьев или сыновей. Впрочем, рано или поздно такому долготерпению патриарха приходит конец, и тогда, собравшись с духом, он изгоняет из пределов семейной территории всех самцов-соперников, а порой и убивает того из них, кто упорно противится подчиниться силе.

Однако далеко не все члены семейной группы претендуют на безусловное участие в продолжении рода. Говорушки, не достигшие возраста четырех-шести лет, хотя и вполне способны приносить потомство, обычно не ввязываются в любовные интриги своих более старших родичей и безропотно принимают на себя роль упомянутых выше помощников. Эти особи занимают самые нижние ступеньки иерархической лестницы, о чем более высокопоставленные члены общины постоянно напоминают им — правда, несколько неожиданным образом.

Так, чтобы одернуть зарвавшегося недоросля, умудренная опытом говорушка преподносит ему жука, муху или какую-нибудь иную подачку; другой вариант: усевшись подле него, несколько раз небрежно перебирает клювом перья на его спине. Оказа-



Высокопоставленный член группы говорушек перебирает клювом оперение помощника



лось, что кормление своего ближнего, равно как и право манипулировать с его оперением (это называется «аллопрининг»*) — прерогатива привилегированной особи в ее отношениях с подчиненными, а не наоборот, как могло бы показаться естественным с человеческой точки зрения. В общем, помощнику, если он не желает навлечь на себя гнев старших по рангу, категорически возбраняется кормить особей-производителей. Вот такие законы у говорушек!

В обязанности помощника входит посильное участие в сооружении гнезда, а также снабжение кормом птенцов — и когда они еще в гнезде и когда покидают его, постепенно становясь самостоятельными. Любопытно, однако, что и тут помощник постоянно наталкивается на неприязнь родителей птенцов. Поэтому он нередко прибегает к различным ухищрениям, чтобы приблизиться к гнезду и реализовать свое непреодолимое желание покормить несмышлышкой. Вот что пишет по этому поводу А.Захави: «Доминанты никогда не заставляют подчиненных осуществить какую-либо деятельность в пользу группы; напротив, размножающиеся члены группы препятствуют попыткам помощников оказывать им помощь. Говорушки не используют стремление своих сородичей вести себя альтруистически».

Как я уже упоминал ранее, ученые долгое время считали, что супружеская пара может только выиграть, если в деле воспитания потомства ей будут содействовать другие особи, свободные от собственных родительских обязанностей. Однако в коммунах говорушек такая оптимистическая точка зрения не находит себе подтверждения! И стоит ли этому удивляться при том конфликтном характере взаимоотношений, который царит среди этих птичек?

Мало того что родители третируют помощников, препятствуя последним использовать их возможности ухода за выводком. Еще более скверные последствия влечет стремление помощников самим стать (со временем, конечно) претендентами на роль производителей потомства. Нетрудно представить, насколько обострятся обстановка в группе, когда несколько возмужавших самцов начинают оспаривать друг у друга право быть фаворитами самки-производительницы. А если последняя будет склонна

уступить домогательствам трех, а то и четырех таких кавалеров? Все они, в отличие от бесправных помощников, могут получить доступ в святая святых коммуны — к гнезду, куда самка ежедневно, на протяжении трех-четырёх суток, откладывает по одному яичку с блестящей ярко-зеленой скорлупой. Дальше понятно: соперничающие самцы станут выяснять отношения непосредственно около гнезда и часть яичек могут быть повреждены, а то и сброшены на землю. Так вот, такого рода потери абсолютно исключены в тех случаях, когда территория и гнездо находятся в полной собственности парочки говорушек, которая еще не успела обзавестись контингентом помощников.

Странно получается, да? Помощники — это хорошо, но тут же — плохо. Что выбрать: с ними или без них? Говорушки выбрали свое. И что получили?

В итоге приходится признать, что разросшиеся семейные группы говорушек (коммуны), включающие в себя несколько размножающихся птиц вместе с многочисленными помощниками, несут значительные потери в период гнездования. Эти семейные группы приносят в результате ничуть не больше (а подчас и меньше) потомков, чем моногамные пары, которые, кстати сказать, не представляют редкости у этих птиц.

Моногамия? Да. Строго говоря, оба названных типа группировок (пары и коммуны) — не что иное, как разные стадии развития одной и той же системы отношений. На первом этапе молодые самец и самка, эмигранты из разных групп, закрепляют за собой собственную территорию. Такое может случиться, например, после длительного засушливого периода, во время которого отдельные группы распадаются, оставляя свои территории свободными для пришельцев со стороны. Молодожены успешно выводят птенцов, став единоличными собственниками участка, а значит, не имея подле себя каких-либо соперников и возмутителей спокойствия.

Первые отпрыски этой парочки так и живут на территории родителей. А затем начинается второй (коммунальный) этап в цикле существования семейной ячейки. Из года в год число потомков пары-основательницы, которые остаются жить на ее территории, неуклонно увеличивается. Чем успешнее идет размножение, тем скорее первоначальный жизненный успех и процветание коллектива оборачиваются ростом социальной напряженности, взаимной агрессией, хаосом и неразберихой.

Единственным реальным преимуществом такой разросшейся коммуны по сравнению с моногамной семьей можно считать несравненно большие возможности первой сохранить неприкосновенными границы своей территории и противодействовать вторжениям всевозможных иммигрантов и узурпаторов со стороны.

Это плюс. А вот и главный минус: обстановка внутри коммуны настолько нервозна и непредсказуема, особенно для ее молодых членов, что они всячески хотят избавиться от постоянного давления со стороны особей-доминантов. Рано или поздно это удастся: «молодые» покидают родительский кров, чтобы завоевать более устойчивое положение где-нибудь на стороне. И в случае массовой эмиграции бывших помощников (особенно если она во времени совпадает с изгнанием самцом-доминантом всех своих назойливых соперников) разросшаяся была коммуна может вновь вернуться к состоянию компактной моногамной семьи.

А через какое-то время — вновь к коммуне. Цикл.

Вам это ничего не напоминает? Это называется так: вместе тесно, а врозь скучно.

Вечная проблема. И потому не пора ли вернуться к человеку?

Окончание следует

* От греческого «алло» (другой) и английского «греен» — чистить перышки (*Примеч. ред.*)



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

фото — автора

Кандидат
технических наук
Б.З.Кантор

Автор остается инкогнито



Фото 1
«Драгоценная муррина» — флюорит. Иллинойс, США



Фото 2
Кристаллы
«чермигита» (made
by Crystal Art Co.)



Фото 4
«Изумрудный шуф»,
Урал. Один
из кристаллов
перемонтирован
более
выигрышной стороной
наружу
(made in Moscow)

Фото 3
«Спессартин
с аквамаарином»
(made in Urals)

Фото 5
«Гранат с биссолитом»,
Дашкесан,
Азербайджан.
Некоторые кристаллы
вклеены взамен
утерянных
(made in Moscow)



Когда во времена Гнея Помпея возникла мода на вазы и чаши из драгоценной парфянской муррины, не замедлили появиться и подделки редкого товара. Сблазн был велик: по свидетельству Плиния, 300 талантов заплатил император Нерон за бокал из модного минерала!

Восхищение знатных римлян можно понять: «драгоценная муррина», на современном языке флюорит, он же плавленый шпат CaF_2 (фото 1) — минерал действительно кра-

сивый, исключительно богатый цветами, оттенками и их сочетаниями в одном кристалле (в те времена — редкий). Но к сожалению, флюориту недостает других качеств, обязательных для ювелирных камней. Поэтому среди таковых он не числится и лишь изредка употребляется для недорогой имитации. Ныне ему найдено гораздо более важное применение: тысячами тонн он добывается для химической, металлургической и керамической промышленности. А эпизод с «мурриной» остался в истории как первый известный случай фальсификации самоцветного камня.

Подделка — ремесло давнее, занимались им всегда. К примеру, в начале 90-х годов XX столетия в продаже появились дорогие, удивительно прозрачные шары из «бесцветного горного хрусталя» — на самом деле стеклянные, made in China.

Чем товар дороже, тем выгоднее попытаться подделать его. С широким распространением минералогического коллекционирования дорогим товаром стали коллекционные минералы. И в коллекционер-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

ской прессе замелькали сообщения о фальсификациях.

Под крылышком государственной монополии на торговлю невинной обыденностью стали такие подделки минералов, как синтетический кварц, выдаваемый за аметист, золотистый топаз и т. п. Последняя выдумка ведет свое происхождение от условного немецкого торгового обозначения дымчатого кварца «Rauchtopas», которое в России перевели буквально: «дымчатый топаз»; кстати сказать, в природе не существующий. Простой, не дымчатый кварц стали называть не иначе как просто топазом. А золотистый топаз объявился позже, когда научились производить в промышленных масштабах дешевые разноцветные искусственные аналоги кварца — не только не топазы, но и вовсе не минералы. Естественно, что все эти материалы несравненно дешевле и проще в обработке, чем настоящий топаз.

Фальсификацией следует считать также искусственное изменение окраски коллекционных минералов: ведь подлинность — обязательное качество любых объектов коллекционирования. Между тем в производственной литературе рекомендовалось применять термообработку и ионизирующее облучение для изменения окраски и «глубокого облагораживания коллекционных минералов... что повышает... стоимость образцов». Попробовал бы кто-нибудь «облагородить», скажем, усы на автопортрете Рембрандта, чтобы повысить стоимость картины!

Впрочем, все это примеры наиболее грубой фальсификации, рассчитанной на элементарную неосведомленность потребителя и прикрываемой бесконтрольностью и ненаказуемостью. Как пример противоположного свойства, когда потребитель уведомлен об искусственном происхождении изделия и условном использовании названия минерала, можно указать выпущенный в продажу фирмой «Кристалл Арт» чермигит — друзы квасцов гибридного состава $(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Al})(\text{K}, \text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ — безукоризненные фиолетовые октаэдры,

выращенные на кусочках горных пород (фото 2). Это оригинальные и прелестные сувениры, хотя, разумеется, они не могут быть объектами минералогического коллекционирования. Кстати, чермигит как таковой — минерал довольно невзрачный, так что «ноу-хау» авторов определенно превзошло природу.

Известно немало подделок, рассчитанных на обман, но невольно восхищающих искусностью и изобретательностью своих неизвестных авторов.

Уральские горщики — старатели, добывавшие коллекционные и ювелирные камни, — владели искусством скрывать трещины в прозрачных кристаллах, осторожно проваривая их в льняном масле. Заезжие коллекционеры охотно покупали искусно сработанные «образцы породы» редких и ценных минералов: даже опытный глаз не всегда мог обнаружить подделку. К примеру, образец с кристаллом топаза, в самом скромном варианте стоивший вдесятеро дороже билета на авиарейс Москва — Свердловск, всегда был мечтой коллекционера. Кристалл незаметно приклеивали к породе, а «антураж» располагали с такой скрупулезной естественностью, что не возникало никаких подозрений. Среди десятка топазовых образцов породы, которые хранил потомок уральской династии горщиков И.И.Зверев в созданном им сельском музее «самоцветной Мурзинки», не менее половины были рукотворными, о чем старик, великодушный знаток минералов, конечно, знал, но помалкивал. Справедливости ради скажем, что обманывать ученых и музейных работников уральцы не пытались никогда: существовала давняя традиция честности и взаимного доверия. И все же смонтированные шуфлы изредка оказываются даже в собраниях авторитетных коллекционеров. «Петух просыпается рано, а злодей еще раньше», — предупреждал Козьма Прутков...

Современные фальсификаторы явно деградировали. Взять хотя бы образец марганцево-алюминиевого граната спессартина $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ из уральских изумрудных копей (фото 3): видно, что некоторые кристаллы вклеены, а присутствие среди них акварина говорит о недостатке у автора элементарных знаний — в природе эти минералы в столь тесном соседстве не встречаются. Все вместе красиво, но... фальшивка.

Подобно тому как у нас на дорогах предлагают проезжающим яблоки и картошку, в Марокко туристам, спешащим на кобальтовое месторождение Бу-Аззер, предлагают кварцевые же-

оды (скорлуповатые полости) с довольно редким минералом скуттерудитом — арсенидом кобальта $(\text{Co}, \text{Ni})\text{As}_3$. Изнутри стенки жеоды и кристаллы кварца сплошь покрыты сверкающими кристалликами. Будь такой образец подлинным, он украсил бы витрину любого музея. И не сразу обнаруживалось, что это фальшивка, сфабрикованная самым незатейливым способом. Жеоду обливали изнутри клеем, насыпали в нее дешевую крошку галенита, и то, что прилипало к стенкам и кристаллам, оставляли высыхать и в дальнейшем изображать скуттерудит. Эта грубая подделка рассчитана на специфику ситуации: осколки галенита достаточно велики (1–3 мм), чтобы произвести впечатление и сойти за скуттерудит, и в то же время слишком малы, чтобы распознать фальшивку в спешке.

А вот пример куда более тщательной работы. Несколько лет назад на минералогических рынках появились «кристаллы» золота отличной формы и необыкновенно крупные — до 2,5 см, якобы добытые на одном из месторождений Венесуэлы. Природные кристаллы золота крайне редки, представляют большую научную и коллекционную ценность, и нашлись состоятельные коллекционеры, не поскупившиеся заплатить за них цену, намного превышавшую стоимость заключенного в них драгоценного металла. Фальшивка была разоблачена уже задним числом. Подозрение вызвала едва заметная вогнутость одной из «граней кристалла», какая бывает из-за усадки при отливании в форму. Для изготовления литейных форм использовали октаэдрические кристаллы квасцов, которые после затвердевания формы легко удалялись горячей водой. Но изобразить решетку могокристалла фальсификаторам не удалось.

В заключение — забавный эпизод саморазоблачения фальсификаторов. После находки в конце XIX века в штате Вирджиния, США, крестообразных двойников ставролита из них начали делать брелоки, амулеты, украшения и т. п. Ставролитовые крестики вошли в моду, хорошо продавались, и некоторые умельцы научились подделывать их, выпиливая из местного сланца, а темно-бурую ставролитовую окраску имитировали пропиткой в льняном масле. Фальсификаторам, однако, захотелось пойти дальше природы: свои произведения они стали дополнять «двойниками» по всем концам креста, чем и выдали себя — в природе таких кристаллов не бывает.

Откуда твое имя?

СТАТЬЯ ПЕРВАЯ.

Элемент, атом, молекула и самые древние

Синтон, отавит, прохиральный центр... В химических текстах можно встретить множество терминов, понятных только узким специалистам. Но есть слова, известные каждому грамотному человеку: названия элементов, многих веществ и методов их обработки. Некоторые из этих названий придуманы недавно, другие имеют тысячелетнюю историю. Происхождению многих из этих названий и посвящена серия статей «Откуда название?»

Элемент

Это латинское слово (*elementum*) использовали еще античные авторы (Цицерон, Овидий, Гораций), причем почти в том же смысле, что и сейчас — как часть чего-то (речи, образования и т. п.).

Древнее изречение гласило: «Как слова состоят из букв, так и тела — из элементов». Отсюда — одно из возможных происхождений этого слова — по названию ряда согласных латинских букв *l, m, n, t* («*el*» — «*em*» — «*en*» — «*tum*»). Аналогично было образовано и слово «азот» (не химический элемент, а алхимическая «первичная материя»: от первых (совпадающих) букв трех древних алфавитов: латинской «*a*», греческой «*альфа*» и древнееврейской «*алеф*» и последних букв тех же алфавитов: соответственно «*зет*», «*омега*» и «*тав*»).

Атом

От греческого «*атомос*» — неделимый. Слово составлено из отрицательной приставки «*а*» и «*томе*» — разрезание, (рас)сечение. Этот же корень в словах «микротом» — прибор для получения тонких срезов тканей животных и растений для микроскопического исследования; анатомия (буквально — рассечение); дихотомия — деление целого на две части.

В первой половине XIX века немецкий химик Юстус Либих высказывал мысли о возможной делимости атомов: «Понятие, составленное химиками об атомах, сходно с их понятием об элементах. Известные нам б1 простое тело представляют элементы только относительно тех сил и средств, которые находятся у нас в распоряжении для разделения их на тела еще более простые. Сделать это мы не можем, или теперь еще не можем, и сообразно началам естествоиспытания будем до тех пор называть их телами простыми, пока опыт не убедит нас в противном...»

Молекула

Слово «молекула» происходит от латинского *moles* — тяжесть, глыба, громада, массивная структура — с уменьшительным суффиксом *-cula*. На современной итальянской двухцентовой монетке изображен шпиль «*Mole Antonelliana*» («Антонеллиевой громады») — самого высокого здания в Италии (167,5 м), символа Турина. А уменьшительный латинский суффикс можно найти в словах «*везикула*» (маленький пузырек в теле животного), «*пелликула*» («маленькая шкурка», оболочка одноклеточных организмов), «*кутикула*» (тонкая наружная пленка у растений), «*туберкула*» (маленький узелок в тканях, отсюда — туберкулез), «*корпускула*» (дословно «маленькое тело», раньше так называли молекулы).

В таблице Менделеева, принятой у нас, приводятся русские названия элементов. У подавляющего числа элементов они фонетически близки к латинским: аргон — *argon*, барий — *barium*, кадмий — *cadmium* и т. д. Аналогично называются эти элементы и в большинстве западноевропейских языков: лат. *borum*, англ. *boron*, нем. *Bor*, франц. *bove* и т. п. Иногда названия элементов отличаются сильнее, хотя в них и остается сходство, например англ. *sulphur* (амер. *sulfur*), франц. *soufre* и нем. *Schwefel*, англ. *chlorine*, нем. *Chlor* и франц. *chlore*; англ. *copper*, нем. *Kupfer* и франц. *cuivre* т. п. У некоторых же элементов названия в разных языках совершенно различны, например русск. углерод, англ. *carbon* и нем. *Kohlenstoff*; русск. золото, англ. *gold* и франц. *or*; русск. железо, англ. *iron*, нем. *Eisen* и франц. *fer*; русск. ртуть, англ. *mercury* и нем. *Quecksilber*; русск. калий и англ. и франц. *potassium*; русск. натрий и англ. и франц. *sodium*; русск. азот, англ. *nitrogen* и нем. *Stickstoff*; русск. свинец, англ. *lead*, нем. *Blei* и франц. *plomb*; русск. олово, англ. *tin*, нем. *Zinn* и франц. *etain*.



Все это не случайно. Наибольшие отличия в названиях тех элементов (либо их самых распространенных соединений), с которыми человек познакомился в древности или в начале средних веков. Это семь металлов древних (золото, серебро, медь, свинец, олово, железо, ртуть, которые сопоставлялись с известными тогда планетами, а также сера и углерод). Они встречаются в природе в свободном состоянии, и многие получили названия, соответствующие их физическим свойствам. Вот наиболее вероятное происхождение этих названий.

Золото

С древнейших времен блеск золота сопоставлялся с блеском солнца (*sol*). Отсюда — русское «золото». Слово *gold* в европейских языках связано с греческим богом Солнца Гелиосом. Латинское *aurum* означает «желтое» и родственно с «Авророй» (*Aurora*) — утренней зарей.

Серебро

По-гречески серебро — «аргирос», от «аргос» — белый, блистающий, сверкающий (индоевропейский корень «арг» — пылать, быть светлым). Отсюда — *argentum*. Интересно, что единственная страна, названная по химическому элементу (а не наоборот), — это Аргентина. Слова *silver*, *Silber*, а также серебро восходят к древнегерманскому *silubr*, происхождение которого неясно (возможно, слово пришло из Малой Азии, от ассирийского *sargurum* — белый металл, серебро).

Железо

Происхождение этого слова доподлинно неизвестно; по одной из версий, оно родственно слову «лезвие». Европейские *iron*, *Eisen* происходят от санскритского «исира» — крепкий, сильный. Латинское *ferrum* происходит от *fars* — быть твердым. Название природного карбоната железа (сидерита) происходит от лат. *sidereus* — звездный; действительно, первое железо, попавшее в руки людям, было метеоритного происхождения. Возможно, это совпадение не случайно.

Сера

Происхождение латинского *sulfur* неизвестно. Русское название элемента обычно производят от санскритского «сира» — светло-желтый. Интересно было бы проследить, нет ли родства у серы с древнееврейским серафим — множительным числом от сераф; буквально «сераф» означает «сгорающий», а сера хорошо горит. В древнерусском и старославянском сера — вообще горячее вещество, в том числе и жир.

Свинец

Происхождение слова неясно; во всяком случае, ничего общего со свиньей. Самое удивительное здесь то, что на большинстве славянских языков (болгарском, сербско-хорватском, чешском, польском) свинец называется оловом! Наш «свинец» встречается только в языках балтийской группы: *svinas* (литовский), *svin* (латышский). У некоторых горе-переводчиков это приводило к забавным недоразумениям, например к «оловянным аккумуляторам». Такие «ложные друзья переводчика» — не редкость. Так, в польском «урода» — означает вов-

се не уродство, а как раз наоборот — красоту, «позорный» по-чешски — внимательный, а по-польски — внешний, в английском *ammonia* — не аммоний, а аммиак, *film* — не фильм, а тонкий слой, *agitation* — не агитация, а перемешивание, *speculation* — никакая не спекуляция, а размышление, обдумывание, *hydrocarbon* — не гидрочарбонат, а углеводород и т. д.

Английское название свинца *lead* и голландское *lood*, возможно, связаны с нашим «лудить», хотя лудят опять же не ядовитым свинцом, а оловом. Латинское же *plumbum* (тоже неясного происхождения) дало английское слово *plumber* — водопроводчик (когда-то трубы зачеканивали мягким свинцом), и название венецианской тюрьмы со свинцовой крышей — Пьямбе. Из этой тюрьмы по некоторым данным ухитрился бежать Казанова. А вот мороженое здесь ни при чем: пломбир произошел от названия французского курортного городка Пломбьер.

Олово

В Древнем Риме олово называли «белым свинцом» (*plumbum album*), в отличие от *plumbum nigrum* — черного, или обыкновенного, свинца. По-гречески белый — алофос. По-видимому, от этого слова и произошло «олово», что указывало на цвет металла. В русский язык оно попало в XI веке и означало как олово, так и свинец (в древности эти металлы плохо различали). Латинское *stannum* связано с санскритским словом, означающим стойкий, прочный. Происхождение английского (а также голландского и датского) *tin* неизвестно.

Ртуть

Латинское *hydrargirum* произошло от греческих слов «хюдор» — вода и «аргирос» — серебро. «Жидким» (или «живым», «быстрым») серебром ртуть называется также в немецком (*Quecksilber*) и в староанглийском (*quicksilver*) языках, а по-болгарски ртуть — живак: действительно, шарики ртути блестят, как серебро, и очень быстро «бегают» — как живые. Современное английское (*mercury*) и французское (*mercure*) названия ртути произошли от имени латинского бога торговли Меркурия. Меркурий был также вестником богов, и его обычно изображали с крылышками на сандалиях или на шлеме. Так что бог Меркурий бежал так же быстро, как переливается ртуть. Ртути соответ-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

ствовала планета Меркурий, которая быстрее других передвигается по небосводу.

Русское название ртути, по одной из версий, — это заимствование из арабского (через тюркские языки); по другой версии, «ртуть» связана с литовским *ritu* — качу, катаю, происшедшим от индоевропейского *ret(x)* — бежать, катиться. Литва и Русь были тесно связаны, а во 2-й половине XIV века русский язык был языком делопроизводства великого княжества Литовского, а также языком первых письменных памятников Литвы.

Углерод

Международное название происходит от латинского *carbo* — уголь, связанного с древним корнем *kar* — огонь. Этот же корень в латинском *cremare* — гореть, а возможно, и в русском «гарь», «жар», «угореть» (в древнерусском «угорати» — обжигать, опалить). Отсюда — и «уголь». Вспомним здесь также игру горелки и украинскую *горілку*.

Медь

Слово того же происхождения, что и польское *miedz*, чешское *med*. У этих слов два источника — древнегерманское *smida* — металл (отсюда немецкие, английские, голландские, шведские и датские кузнецы — *Schmied*, *smith*, *smid*, *smed*) и греческое «металлон» — рудник, копь. Так что медь и металл — родственники сразу по двум линиям. Латинское *cuprum* (от него произошли и другие европейские названия) связано с островом Кипр, где уже в III веке до н.э. существовали медные рудники и производилась выплавка меди. Римляне называли медь *cuprium aes* — металл из Кипра. В позднелатинском *cuprium* перешло в *cuprum*. С местом добычи или с минералом связаны названия многих элементов.

Что растет в Хибинах?

Кандидат биологических наук
Н. В. Вехов

«**А** что особенного может расти там?» — удивятся те, кто побывал в Хибинах. Горы Кольского полуострова на редкость суровы: горные цирки, часто закрытые облаками, перевалы да снежники — какая уж тут растительность! Даже в разгар лета ни одного яркого пятна: серый камень, серо-зеленые и бурые лишайники и совсем немного настоящей зелени.

Большинство путешественников и не подозревают, что их туристический маршрут заканчивается прямо у ворот настоящего северного рая. В шести километрах от города Кировска, у подножия западных хребтов Хибинских гор, раскинулись на сотнях гектаров владения Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра РАН (ПАБСИ), который отметил в 2001 году свой 70-летний юбилей. А ведь создать за Полярным кругом сад, цветущий круглый год, — задача не из легких, и мало кому она по силам. Подобных научных учреждений в мире всего лишь три.

У ПАБСИ несколько направлений работы, но самое сложное из них конечно же интродукционное. Акклиматизировать южные растения к условиям Заполярья с его тридцатиградусными морозами, полярной ночью, сырым и холодным летом было настоящим научным



Экзотические цветы синеголовника альпийского из горных районов Средней Европы ни с чем не спутаешь. Ими любят украшать букеты

подвигом. А ведь помимо особых температурного и светового режимов каждому растению требуется еще и специфический грунт: не так уж много видов способны расти среди камней на кислой торфянистой почве.

За 70 лет ученые ПАБСИ испытали здесь образцы более 3500 видов растений со всего мира. Благодаря тщательному изучению особенностей каждого переселенца и не-

Горечавка семираздельная





*Мелколепестник многолучевой.
Обилие растений говорит
само за себя: переселенец
из Гималаев прекрасно
чувствует себя в Хибинах*



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

*У лапчатки
пурпурной
из Юго-Западного
Китая листья
как у обычной
земляники,
а вот цветки —
пурпурные*



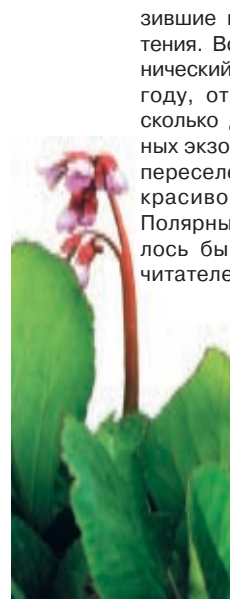
*Любимые всеми
озеленителями маргаритки
попали на Кольский
полуостров тоже из южных
широт. Маргаритка голубая,
например, исконный житель
Марокко и Алжира*



установленной заботе о растениях, многие из них прижились. В саду встречаются экземпляры, которым уже несколько десятков лет. Сегодня в открытом грунте, питомниках и экспозиции парковой части произрастает около 1250 видов интродуцированных в Заполярье травянистых многолетников, 610 видов деревьев и кустарников. А если заглянуть в святая святых сада — его теплицы и оранжереи, то широко раскрываешь глаза и ахаешь от изумления: в домах с искусственным климатом проживает около 6000 растений тропических и субтропических широт, относящихся к 700 видам.

*Богатейшая коллекция лилий —
гордость ботанического сада
в Хибинах. Здесь и белая лилия
Шовица, и лилия слабая
с асимметричными цветками, и гость
с Дальнего Востока — лилия даурская*

Даже просто охватить взглядом все растительное богатство сада-института — задача непосильная, но это, к счастью, и необязательно. Зато у каждого из любознательных экскурсантов остаются в памяти особо полюбившиеся, поразившие их воображение растения. Вот и я, посетив ботанический сад в Хибинах в 2002 году, отметил для себя несколько десятков растительных экзотов. На некоторые из переселенцев южных широт, красиво цветущие даже за Полярным кругом, мне хотелось бы обратить внимание читателей «Химии и жизни».



Инструменты для технологии жизни



Лет сорок назад биотехнология была рутинной областью промышленности и обеспечивала производство пищевых продуктов, добавок для кормов и лекарств. Среди них числились, например, сыры и пиво, аминокислоты, антибиотики, витамины. Пожалуй, лишь виноделие придавало ей некий шарм. Творчество заключалось в том, что технолог искал хороший штам продуцента или получал его, используя искусственный мутагенез, подбирая подходящее сырье, методы его предварительной обработки, условия культивирования и способ очистки конечного продукта. При этом у него было не так уж много возможностей влиять на свойства организма, не говоря о том, чтобы конструировать его облик, требования к среде и метаболизм.

Многое изменилось, когда биотехнологи начали пользоваться результатами открытий, сделанных в молекулярной биологии. Появилась возможность детально изучать гены и целые геномы, изменять их, переносить гены из организма в организм, регулировать их работу и много чего еще. Все это привело к тому, что современная биотехнология поднялась на другой уровень — стала молекулярной, и понадобились книги, в которых собрано самое главное о возможностях новых методов.

Такую книгу выпустило издательство «Мир». Она пригодится не только биотехнологам, но и всем биологам, желающим понять молекулярные основы изучаемых явлений и имеющим возможность применить недорогой нуклеиново-ферментный инструментарий. Сейчас молекулярные методы используют настолько широко, что иметь о них представление необходимо также медикам, специалистам сельского хозяйства, криминалистам, археологам, этнографам, историкам.

Редактор перевода, доктор биологических наук Н.К. Янковский, отмечает, что «до сих пор в нашей стране не было отечественных или переводных изданий, которые одновременно охватывали бы все разделы биотехнологии и все объекты, к которым приложимы биотехнологические методы: микроорганизмы, растения, животных, человека. А между тем потребность в

Б.Глик, Дж.Пастернак.
Молекулярная
биотехнология.
Принципы и применения.
Перевод со второго
английского издания
(1998 г.) под ред.
д.б.н. Н.К.Янковского.
Москва, издательство
«Мир», 2002.

таким учебнике весьма велика, поскольку биотехнология входит в круг интересов представителей многих специальностей, имеющих разное базовое образование».

Действительно, принципы поиска генов, картирования геномов или геномной инженерии во многом сходны для всех групп организмов. К тому же разные области, так или иначе относящиеся к биотехнологии, часто пересекаются. Антитела, например, сейчас можно производить не только традиционным способом (в животных), но и с помощью микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, целых растений и так далее, поэтому ставить заборы между дисциплинами не имеет смысла.

«Надмолекулярные» биологи иногда относятся к «молекулярным» не слишком дружелюбно, обвиняя в упрощенчестве и подозревая, что последние прибегают к новомодным методам лишь для охоты за грантами. Такое, наверное, тоже случается, однако чаще работы на молекулярном и более высоких уровнях в самом деле дополняют друг друга.

Для неспециалиста наверняка будет интересна первая глава, в которой кратко говорится об истории биотехнологии. Само это название в 1917 году придумал венгерский инженер Карл Эреки, опиравший процесс промышленного выращивания свиней. Понятно, что дедовские навыки уже не годились в новом деле и его нужно было обозначить достойным термином. Эреки

объяснил, что понимает под этим словом «все виды работ, при которых из сырьевых материалов с помощью живых организмов производятся те или иные продукты».

Впрочем, термин долгое время понимали в более узком смысле: применительно к промышленной ферментации. Именно с тех пор хлеб, сыр, кефир, вино, пиво получили новый статус — продуктов биотехнологии. А кроме того, так одно время называли ту область физиологии, за которой сейчас закрепилось название «эргономика» (она изучает, при каких условиях труд наиболее производительен).

В 1961 году шведский микробиолог Карл Гёрен Хеден посоветовал редакции «Журнала микробиологической и химической инженерии и технологии», в котором публиковали работы по прикладной микробиологии и промышленной ферментации, изменить название на «Биотехнология и биоинженерия». Оно и установило то значение понятия, которым мы пользуемся сейчас.

Когда биотехнология обогатилась молекулярными методами и стала перспективной областью бизнеса, под ее знаменами собралось множество специалистов, раньше называвших себя фармакологами, пищевыми технологами или переработчиками отходов. Границы между отраслями биопроизводства и смежных областей начали размываться благодаря молекулярной биотехнологии — юной поросли на древе старинного ремесла.

Начало молекулярной биотехнологии связывают с получением в 1973 году

рекомбинантных молекул ДНК американцами Стэнли Коэном и Гербертом Бойером. Это был первый пример долгожданного события — построения генетической конструкции, сочетающей в себе фрагменты ДНК разного происхождения. Через пять лет сотрудники небольшой калифорнийской компании «Genentech» нашли участки ДНК, кодирующие человеческий инсулин, и перенесли их в клетки кишечной палочки, которые начали производить драгоценный гормон. Очень скоро на это достижение откликнулась экономика. «15 октября 1980 года на Нью-Йоркской фондовой бирже произошло знаменательное событие: уже через 20 минут после начала торгов стоимость одной акции биотехнологической компании «Genentech» поднялась с 35 до 89 долларов». Очевидный коммерческий успех привлек внимание деловых людей, и началась эпоха бурного роста биотехнологического бизнеса. Сейчас считается, что это наиболее динамичная отрасль промышленности, обогнавшая по темпам роста электронику и информационные технологии.

Первая часть книги рассказывает также об основах молекулярной биотехнологии. Авторы дают краткую характеристику продуцентов — бактерий, дрожжей, эукариотических клеток; напоминают главные сведения о биосинтезе ДНК, РНК и белков; обсуждают способы получения рекомбинантных ДНК и генетических конструкций; перечисляют методы манипуляций с ДНК (химический синтез, секвенирование и амплификацию с помощью ПЦР); рассказывают о регуляции работы генов и получении различных белков, в том числе и измененных в соответствии с замыслом ученого.

В качестве примера белковой инженерии можно привести повышение термостабильности ферментов. Если пару аминокислот в близко расположенных участках белковой цепи фермента заменить на цистеины, то между ними может образоваться дополнительная дисульфидная связь, которая стабилизирует молекулу и позволяет ей сохранять активность при повышении температуры. Для замены аминокислот приходится менять соответствующие кодоны в гене фермента.

Во второй, самой большой части книги рассказывается об историческом ядре биотехнологии — работе с микроорганизмами и промышленной микробиологии. Рассмотрены молекулярная диагностика инфекционных болезней и определение микроорганизмов; микробиологическое производство лекарственных средств, вакцин, антибиотиков, биополимеров и ферментов; биодegradация токсичных со-

единений и переработка отходов, стимуляция роста растений, микробные инсектициды и промышленный синтез белков.

Третья часть посвящена генетической инженерии растений и животных, а также молекулярной генетике человека. И хотя диагностика наследственных болезней и генная терапия не относятся к производству, авторы сочли возможным рассказать и о них. Этому есть причина, ведь методы картирования генов, изучения генома и попытки исправления ошибок в нем одинаковы у человека и животных.

В книге не рассматриваются конкретные методики, зато есть множество примеров их применения и, разумеется, принципиальные описания важнейших методов со схемами экспериментов и генетических конструкций.

Книга украшена рефератами статей, ставших вехами в победном восхождении биологии XX века. Это, например, статья Уотсона и Крика о структуре ДНК или статья Мерца и Дэвиса о выделении первой рестриктазы EcoRI — молекулы этого класса стали незаменимым инструментом генных инженеров.

В четвертой части обсуждаются вопросы, которые не оставят равнодушными даже тех людей, которым скучна и непонятна удивительная молекулярная кухня биотехнологов. Это вопросы, связанные с безопасностью применения биотехнологии.

Уже Коэн и Бойер, создатели первых рекомбинантных молекул ДНК, забеспокоились, что созданные генными инженерами бактерии могут оказаться опасными. Научное сообщество восприняло их предостережение всерьез и сначала приняло мораторий на некоторые работы с рекомбинантными молекулами ДНК и содержащими их организмами, а затем выработало разумные правила таких работ. Еще больше вопросов вызывает применение молекулярных методов, включая генную диагностику и генную терапию, к человеку. Подробнее о вопросах безопасности и контроля рассказывает четвертая часть книги.

Авторы пишут также о том, как патентуют биотехнологические изобретения. Этот раздел может быть полезным для читателей, которые не ограничиваются научной работой и хотят получить свою толику денег из того барыша, который принесет обществу использование их разработок.

Напоследок — цитата: «Внедрение революционных технологий, в том числе и молекулярной биотехнологии, всегда сопровождается повышенным вниманием со стороны общественности. Для одних новые технологии — это предвестник неминуемых катастроф,



КНИГИ

подрывающих самые основы общества. Такие люди полагают, что любые новшества неизбежно таят в себе опасность и избежать ее можно, только прекратив всякие разработки. Другие смотрят на новые технологии как на рог изобилия, из которого на человечество посылаются несказанные блага, и считают, что любые препятствия на пути их развития лишают общество неценных преимуществ. Они полагают, что новая технология — слишком «хрупкая» вещь и нуждается в защите, чтобы она могла принести ожидаемые плоды. Третья группа людей придерживается промежуточной точки зрения. Ее представители считают, что ничего принципиально нового не существует и любая «новая» технология — это развитие старой. Таких людей вполне устраивают существующие методы контроля, уменьшающие риск, а эффект от новой технологии неизбежно наступит, как только она встанет на ноги».

К этому можно добавить, что об опасностях часто говорят люди, у которых нет возможности или желания разбираться в проведенных экспериментах и которые предубежденно относятся к их результатам. Как бы то ни было, сныгоды для общества — серьезный довод за то, чтобы не отвергать новые технологии, а вырабатывать правила их использования, так же как были определены правила движения на дороге, обращения с электричеством, горючими веществами, ядохимикатами и радиоизотопами. Без экспериментов это невозможно, а о том, какие проблемы — этические, правовые, экономические и социальные — могут встретиться на пути исследователя, как решать их, рассказывается в книге.

М.Литвинов



Заместитель Человека



Кандидат
биологических наук
Наталья Резник

ЖЕРТВА НАУКИ

Жил в XVII веке знаменитый ученый Вильям Гарвей. Когда он еще не был так знаменит и только приступил к исследованию системы кровообращения, он перетягивал себе руку и наблюдал, как вздуваются и синеют жилы. Но опытов требовалось много — так и без руки остаться недолго. А мимо как раз бежала бездомная собака. Тут Гарвей сообразил, что кровеносная система есть и у собаки, и в том, что касается перетягивания конечностей, она вполне заменит человека, а кое в чем, если можно так выразиться, и превзойдет. Что если, например, вскрыть живую псину и посмотреть, как у нее бьется сердце и течет по сосудам кровь? Именно так и поступали сначала Гарвей, а затем его последователь Марчелло Мальпиги, открывший кровеносные капилляры. С того времени и по сию пору собака — незаменимый объект физиологии.

Всемирную славу собаки снижали на рубеже XIX и XX веков, попав в руки нашего соотечественника Ивана Петровича Павлова (1849–1936). Результатом работ Павлова и его последователей стали классические труды по физиологии кровообращения и пищеварения, за которые ученый в 1904 году получил Нобелевскую премию, а также открытие влияния нервной системы на деятельность других систем организма. Разработанный И.П.Павловым метод условных рефлексов позволил получить данные о функциях разных областей коры головного мозга: ученые наблюдали за поведением и состоянием животных, у которых разрушен тот или иной участок коры. Таким же способом, удаляя разные участки, познавали и функции спинного мозга. Эти работы, которые сейчас описаны в любом учебнике, позволили медицине сделать колоссальный шаг вперед. Так что люди бесконечно обязаны Павлову и его собакам.

Впрочем, и собаки у Павлова в долгу, поскольку именно он ввел в практику хронический эксперимент. Эта новация сразу значительно расширила возможности физиологии: она позволяет изучать деятельность или искаленного (с удаленными печенью или мозжечком), или практически здорового организма. Собака с выведенной из желудка трубкой прекрасно себя чувствует и, завидев включенную лампочку, исправно льет в подставленную пробирку желудочный сок. В интересах экспериментатора провести операцию как мож-

но деликатнее, чтобы собака быстро поправилась и подольше прожила. Прооперированных животных выхаживают как людей, и, хоть им и трудно, это лучше, чем вивисекция времен Мальпиги.

С помощью собак Павлов постиг тайны психической деятельности, считавшейся ранее исключительной привилегией человека. С помощью вышеупомянутого метода условных рефлексов ученый материализовал психическую деятельность и разъял ее на элементарные физиологические процессы, происходящие в коре головного мозга: возбуждение и торможение. Теперь мы знаем, что меланхолики — это люди (или собаки) с малой силой возбуждения и торможения, поэтому они быстро устают и плохо поддаются обучению. У сангвиников оба нервных процесса сильны, уравновешены и легко сменяют один другой. Флегматики инертны — они медленно переключаются с возбуждения на торможение и обратно; холерикам же трудно только успокоиться, ибо процесс внутреннего торможения у них значительно отстает по силе от процесса возбуждения. Позднее, в эпоху молекулярной биологии, эта схема была детализирована, однако в основе своей осталась павловской.

Конечно, эти работы были бы невозможны, не будь каждая псина «личностью» со сложным поведением. Собака, преданная по своей природе человеку, «сотрудничает» с экспериментатором. Она прекрасно различает интонацию и тон сказанного человеком, может ясно выразить свое собственное состояние с помощью мимики и поз. Поэтому физиологи и медики продолжают работать с собаками, хотя их содержание обходится экспериментаторам недешево, а в распоряжении ученых есть более удобные для лабораторной работы и содержания животные, например линейные (то есть с известным генотипом) мыши или крысы.

Кстати, о линиях. Аналог лабораторной линии в собаководстве (и вообще в животноводстве) — порода. Существует более 600 пород собак, но чистокровные животные зачастую мало подходят для экспериментальных целей. Поэтому для обычных нужд экспериментальной лаборатории предпочитают использовать беспородных псов. Впрочем, есть любимая лабораторная порода — бигль, очень послушная, милая и приспособленная к жизни в комнатах.

Есть еще одна причина, по которой лабораторная крыса не может

заменить собаку, — в биологии чрезвычайно важны размеры животного. От них зависят многие физиологические параметры организма, такие как потребление кислорода на 1 кг веса, скорость обмена веществ, частота сердечных сокращений. Есть и другие отличия, например крысиная кожа имеет слабо выраженный подкожный жировой слой и легко собирается в складки, поэтому моделировать ожоги лучше на крупных животных. Вообще, многолетняя практика экспериментальной биологии и медицины показывает, что реакция нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения, дыхания и выделения собаки на изменения внешней среды и воздействия фармакологических агентов во многом напоминает реактивность человеческого организма. Ближе собаки к человеку в физиологическом отношении стоят только приматы и свиньи. Но обезьяны очень дороги, а лабораторные свиньи пока не вошли в обиход. Вот и приходится собаке отдуваться за всех.

Самые разнообразные опыты проводят на собаках и при решении многих научных вопросов, и для обучения студентов биологии, хирургии, нормальной физиологии патофизиологии, фармакологии, токсикологии и другим дисциплинам. Большинство применяемых в настоящее время лекарственных веществ прошли фармакологические исследования на собаках. Собак используют для наложения фистул внутренних органов, воспроизведения различных неинфекционных заболеваний (болезни сердца и сосудов, неврозы, поражения органов желудочно-кишечного тракта и органов выделения, заболевания желез внутренней секреции) и т. д. Некоторые инфекционные заболевания (бешенство, лейшманиозы, трипанозомозы) тоже изучают на собаках. Щенятам легко прививают корь и коклюш. Да и классический метод условных рефлексов себя не исчерпал, с его помощью продолжают исследовать далеко еще не познанную центральную нервную систему и высшую нервную деятельность. Наконец, влияние многих факторов, с которыми пришлось столкнуться людям при покорении Вселенной, таких как ускорение, космические лучи или невесомость, предварительно изучили на собаках.

И на охоте, и в науке, и на Земле, и в космосе людям помогают собаки. Всегда и везде они остаются верными спутниками и защитниками человека: идут впереди и проверяют, безопасен ли путь.



ТДР
ТОВАРЫ ДЛЯ РЕАКТИВ

СПЕКТР Т. Т. Т.



Компании СПЕКТР Т. Т. Т. и ТД РЕАКТИВ

в течении 12 лет успешно работают на
Российском и международном рынках
по поставкам продуктов тонкой химии.

Спецификой нашей деятельности является заказной синтез.
Наш каталог включает более 2000 наименований.
Одновременно мы осуществляем поставки со склада
(более 600 наименований), а также импорт продуктов по
крупнейшим каталогам. Стилем нашей работы является
100% входной контроль качества самыми современными методами.
Спрос на синтезируемые продукты значительно
превышает наши возможности.

**Приглашаем к сотрудничеству химиков-синтетиков и организации.
Звоните - наши предложения Вас приятно удивят!**

Телефон:
(095)916-6060;
742-3075; 742-3087;
Факс:
(095)288-1652; 916-6397
e-mail: spektr@lvk. ru;
reactive@td-reactive. ru
www. spektr-ttt. ru
www. td-reactiv. 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
Ph-метры
Кондуктометры
Спектрофотометры
Весы (I-IV знак точности)
Ламинарные боксы
Сушильные шкафы
УЗИ-мойки
Хроматографы
- **Системы водоочистки:**
Класс дистилляторы
Класс БИ-дистилляторы
Класс аналитической чистоты
- **Дозаторы пипеточные:**
Механические
Электронные
- **Лабораторная посуда:**
Стекло (Чехия, Россия)
Фарфоровая (Россия)
Пластиковая
(Финляндия, Россия)
- **Лабораторная мебель**



АКАДЕМКНИГА:

Книга почтой (безналичный расчет, наложенный платеж).
Учебная, специальная и научная литература по химии, биологии, физике, математике и экологии.

НОВИНКИ:

Б.В.Столяров. «Практическая газовая и жидкостная хроматография», 240 р.
Г.В.Королев. «Ассоциация жидких органических соединений», 195 р.
Б.Глик. «Молекулярная биотехнология», 510 р.
М.К.Роко. «Нанотехнология в ближайшем десятилетии», 450 р.

Заявки принимаются по тел.:(8432)13-00-13;
e-mail: book@ecopharm.ru; www.a-book.ru



Компания «Экофарм»:

Комплексное оснащение лабораторий и производств.
Производство лабораторной мебели и лабораторных аксессуаров.

Штативы «Крепыш-2»

в комплекте и отдельными узлами.

Тел.: (8432) 99-00-78 многоканальный;
e-mail: info@ecopharm.ru
www.ecopharm.ru



**420029, Казань,
Сибирский тракт, 34, а/я 193**

«Доска объявлений»

Дорогие читатели и коллеги!

С мартовского номера мы возобновили рубрику «Доска объявлений», которая десять лет назад существовала в «Химии и жизни»

Если вы ищете или продаете какое-нибудь оборудование (в том числе использованное), если у вас завалился ненужный реактив или есть отходы производства, ваша лаборатория предлагает какие-нибудь услуги или разработала новые методики — пишите нам (redaktor@hij.ru с пометкой «Доска объявлений»), присылайте информацию по факсу (095-267-54-18) или почте (105005, Москва, Лефортовский пер.8, «Химия и жизнь», «Доска объявлений»).

Ваше объявление (10 стандартных строк) будет опубликовано в ближайшем номере журнала и в он-лайне на нашем сайте в Интернете. Цена публикации — 300 руб. Помните, что номера «Химии и жизни» хранят годами (до сих пор нам звонят по рубрике «Банк отходов», которая прекратила свое существование в 1993 году), а оперативность обеспечит Интернет.



Дирекция выставки и секретариат конгресса
ЗАО "Федико СМЕНКО Интертехник"
Россия 107078, Москва, с/я 173
Тел: (095) 975 1364, 975 5104, 207 6310
Факс (095) 975 3423, 207 6376
e-mail: waste-tech@zica.com www.waste-tech.ru

3-я Международная выставка и конгресс по управлению отходами

3-6 июня 2003 Москва, ГЦКЗ "Россия", ул. Варварка, 6

- САМАЯ КРУПНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА И КОНГРЕСС В СНГ
- УНИКАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ
- ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ
- СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ
- ТРЕНИНГОВЫЕ КУРСЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ПО ТВЕРДЫМ ОТХОДАМ
- БИРЖА КОНТАКТОВ

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ. РЕШЕНИЯ ДЛЯ БИЗНЕСА, ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ГОРОДА

ВэйстТэк-2003



Генераторы чистого сухого водорода для хроматографии



Газ, производимый нашими генераторами, на порядок чище баллонного водорода марки «А» высшего сорта и в обычном случае с успехом заменяет гелий и азот в качестве газа-носителя. Благодаря чистоте газа и стабильности давления на выходе генератора шум нулевой линии снижается в несколько раз.

Влажность водорода для всех моделей не более 5 ppm.

Давление газа для всех моделей, кроме ГВЧ-12М, до 6 атм. Выпускаются генераторы: ГВЧ-6, -6К, -6КЗ, -12, -12К, -12КЗ и ГВЧ-12М на 6 и 12 л/час.

Индекс К указывает на контроль влажности, индекс КЗ — на контроль влажности и герметичности внешних газовых линий.

Модель ГВЧ-12М отличается наличием встроенных деионизатора питающей воды, датчиков влажности газа и герметичности газовых линий, повышенным давлением (до 7,5 атм), чистотой водорода (99,99999%).

Мы выпускаем генераторы уже 10 лет

НПО ХИМПРИБОР



НПП Химэлектроника

115230 Москва, Варшавское шоссе, дом 51, корп.2

Опт: тел./факс: 111 50 82 E-mail: chemprib@freemail.ru

**ИЗБАВЬТЕСЬ ОТ
БАЛЛОНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ЧИЩЕ БИДИСТИЛЛЯТА
НЕ ДОРОЖЕ БИДИСТИЛЛЯТОРА**

Очистка воды от ионов производится на ионообменных смолах, а от органики — на беззольном активированном угле.

Аппарат заправляется дистиллированной водой, а производимая им вода во много раз чище бидистиллята.

Она может служить для заправки генераторов, продлевая срок службы электролизеров (один генератор расходует порядка 100 мл воды в день).

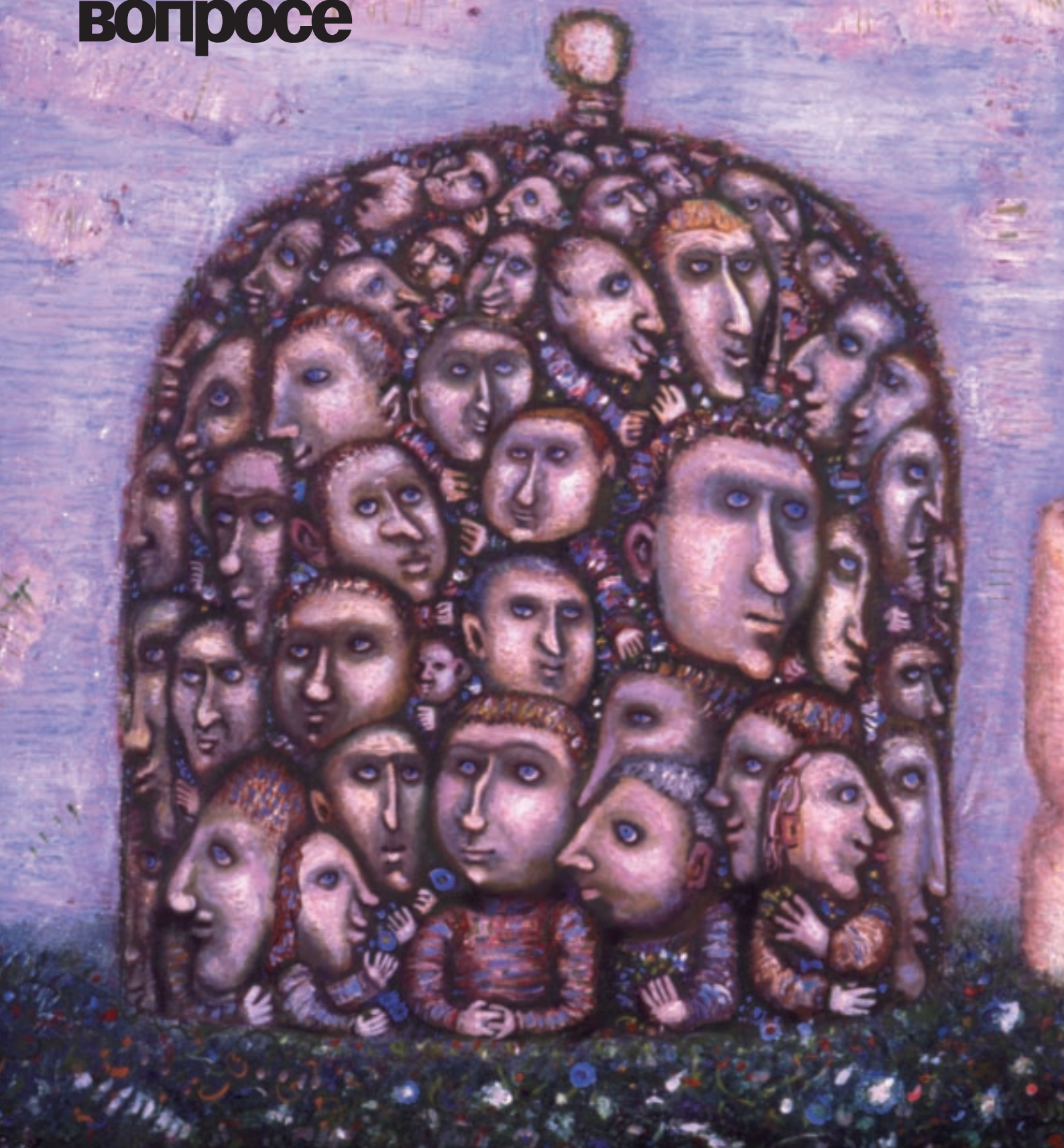
Она может использоваться в аналитических целях. Особенно хорошие результаты получаются при ее использовании в ионных хроматографах.

ВОДОЛЕЙ

аппарат для получения особо чистой воды



Еще о квартирном вопросе





Елена Клещенко

ФАНТАСТИКА

1. Год 2008. Двое в пустом доме

Первый раз Дэн заходил сюда вчера. Постоял, осмотрел дверь, затем позвонил.

— Кто? — неприятным женским голосом осведомился динамик.

— Прошу прощения, Валера не у вас?

— Не знаю никакого Валеры, пошел вон...

У Дэна пропал племянник. Как пропал? А так, как пропадают дети изрядного возраста: ушел из дома с девушкой. Плачущая Ольга рассказала, что мерзкая, отвратительная иногородняя девица охмурила Валерку и устроила у них в квартире настоящую оргию — какой-то праздник по случаю зимнего солнцеворота, а она ко всему прочему еще и сектантка-язычница, и когда Ольга, Валеркина мать и Дэнова сестра, сказала девице, чтоб та убиралась...

Такую проблему мог решить только Дэн: отца, о котором стоило бы говорить в приличном обществе, у Валерки никогда не было. Дэн начал грамотное расследование, но племянничек как в воду канул. Не проявлялся нигде: ни на зачетах, ни на первом экзамене, ни на новогодней вечеринке, ни у друзей, ни на известных друзьям конспиративных квартирах. Аналогичная картина была и с Ксенией, в тусовке известной под именем Кхар, — поиск в Интернете показал, что это может быть индийская фамилия или же название экзотического блюда. Так или иначе, Ксению-Кхар не искал вообще никто: ее родные жили не только в другом городе, но даже в другой стране, а друзья и знакомые вяло отвечали, что она никому ничего не обещала и может быть в Эгладоре, в нирване или вообще в Питере.

Дэн уже и сам начал думать, что молодые негодяи могли уехать из Москвы: хотя денег у них было немного, но немного, судя по всему, было и ума. И тут Валерку заложила его однокурсница. Для его же блага, конечно, или из зависти к сектантке-язычнице. Однокурсница встречалась с Валеркой после его исчезновения из дома, отдавала какие-то компактны. Она и назвала адрес, правда, с оскорбленным видом отказалась сообщить, откуда он ей известен. А по адресу оказался динамик на двери и

злобная баба, которая не знала никакого Валеры. Как и ее соседи по площадке.

Оставалось верить, что ревнивая однокурсница, перепутав адрес, все же не наврала в главном: непутевый племянник — в Москве и рано или поздно объявится... Но под динамиком на двери квартиры висела маленькая коробочка. Совсем маленькая, с сигаретную пачку. Дэн знал, что это за коробочка. Не примочка к динамику, не система видеонаблюдения и не сигнализация, а нечто совершенно иное. Пару лет назад в городе Троицке Дэн был знаком с человеком, который впервые сделал такую коробочку. Этот дядька мог бы стать миллионером, и действительно стал, но только не в Троицке, а в аналогичном маленьком городке на территории Великобритании. В общем, Дэн еще раз навестил рыдающую Ольгу, включил Валеркин компьютер и моментально нашел то, чего искал...

Сегодня на звонок никто не отозвался. Дэн открыл включенный заранее ноутбук, вытянул разъем на шнуре. Долго копаться было нежелательно: как знать, не бдит ли кто у глазка соседней двери? Отковырять пластинку, воткнуть-ся, нажать несколько клавиш...

На двери проступили надписи. Не серебриющиеся, не светящиеся и нисколько не таинственные: имена, оскорбительные прозвища, телефоны, аськи, а также картинки: листья конопли и другие нехорошие предметы. Оба замка оказались выломаны. Дэн толкнул дверь.

Наверное, когда-то это была очень приличная квартира, с мебелью и всем прочим. Теперь в коридоре осталась лишь одинокая вешалка, на которой висели две куртки, темно-зеленая и красная-металлик, а на полу валялись сапожки и кроссовки. Из комнаты доносились звуки виртуальной стрельбы.

— Не поняла!.. — сказала дева, оборачиваясь от экрана.

— Зато я понял, — отрешенно вздохнул Валера. Он сидел у ног подруги и вставать не торопился.

Никаких следов оргий и сектантства в комнате не наблюдалось, кроме разве что лифчика, висевшего на спинке стула, да нескольких книжек, на которых были изображены всякие малосимпатичные существа. Книги были те самые — о Темных Мирах, Темных Богах и других Темных Личностях, о Смерти, Неправде, Пессимизме и Несокрушимой Любви, — все, что так нравится молодежи, чьи пути впервые пересек Жареный Петух... Впрочем, племянник и его девушка выглядели чистыми и трезвыми. Разве что бледноватыми.

Дэн двинулся к ним мерными шагами Терминатора. Валерка подобрал ноги и поднял руки, прикрыв ладонями уши. Бить единственное чадо незамужней сестры Дэн никогда себе не позволял, ни в Валеркином детстве, ни позже, и ограничивался лишь серьезными разговорами. Но в самых специальных случаях — крутил ухо. Например, восемь лет назад, когда ребенок намазал кота депилятором (зверь, к счастью, не сдох, но шерсть, как и обещала реклама, вылезла мгновенно и долго потом не отрастала). Или два года назад, когда нашел у паршивца самопальное устройство для взлома банкомата.

— Это твой Дэн, да? — спросила дева. (Кому Дэн, а кому и Даниил Александрович, подумал суровый дядюшка.) — Вам чего?..

Валерка молчал. Перед ним на табуретке стояли две пилалы, одна с пельменями, другая вроде бы с капустно-майонезным салатиком, присыпанным тмином. Дэн вообразил себе одинокий вялый кочан в пустом холодильнике, пакет с последними пятью пельменями в морозилке. Вспомнил, как оно бывало: первая жизнь вдвоем, первые страшные

ссоры с непривычки и неустройства, раздолбанный магнитофон поет молодой паре об одиночестве и суициде, голод и голод мешают уснуть даже после любви, — вспомнил и почувствовал симпатию к «мерзкой иногородней девице». Описание оргии могло быть преувеличенным: Ольгин характер он знал прекрасно. С другой стороны, заподозрить Валерку в самостоятельном приготовлении салатика было невозможно.

Дэн глянул на племянника сверху вниз и сказал ровным голосом:

— Нагулялся? Бери шинель, пошли домой. Мать в гроб загоняешь, скоро под капельницу ляжет.

— Я не пойду, — сказал Валерка.

— Он без меня никуда не пойдет, — одновременно с ним заявила Ксения-Кхар.

— Ясное дело. Как же нам без тебя-то, — согласился Дэн.

2. Год 2010. Квартира 29-бис

— Я сейчас скончаюсь, — такими словами встретила Дэна законная супруга.

— И Машка останется сиротой, — спокойно добавил муж. — Что тебя мучит?

— Трансформер! Зачем ты купил ребенку эту мерзость?

— Почему мерзость? Ребенок, по-моему, счастлив.

— Ребенок, может, и счастлив. Хотя в инструкции, чтоб ты знал, написано, что устройство предназначается для развития у дошкольника креативности и фантазии! Я не понимаю: у нашего ребенка, что, проблемы с фантазией?

— Ну ладно, что случилось?

— Терпение лопнуло. Вот представь: привела Машку из садика, переоделась, иду на кухню, а в туалете сидит зебра.

— Кто?

— Зебра, зебра! Знаешь, лошадь такая в полосочку! Перед, то есть морда и ноги — в коридоре, задняя часть усе-лась на этот самый... Не понимаю, что смешного! Я стою, размышляю: правду, значит, пишут, что от абсента бывают глюки, только кто бы мог подумать, что они начинаются не сразу, а дня через два-три — пили-то мы его когда?.. А зебра и говорит человеческим голоском: «Мама, давай как будто я зебра, а ты нашла меня на улице и взяла домой! Не беспокойся, я уже умею сидеть на унитазе! Ты рада?» Прикинь!

Дэн слабо попискивал и хватал ртом воздух. Глядя на него, Аня сама начала смеяться.

— Папа! — Дверь детской щелкнула, и в коридор вылетело тощее создание серо-зеленого цвета с перепончатыми лапами и клювом вместо носа.

— Это что? — осведомился Дэн.

— Каппа, японский водяной, — ответила Аня. Японский водяной подбежал к Дэну и повис у него на шее, тоненько вереща. — И как это тебе?

— Нормально, — сказал Дэн, стараясь не замечать сарказма в голосе жены. — Я же чувствую, что там внутри Машка... — Он ухватил клювастого монстра за бока — тот заверещал громче и начал вырываться. — В кофе шерстяной...

— Вот-вот. Мне надоело, что я даже не вижу, во что она одета, в тапочках или босиком. Надоело находить в кровати вместо ребенка всякую пакость — то дракона, то Горлума, то метровую куклу Барби, то песчаного червя с планеты Дюна. (Тут Машка залилась счастливым хохотом.) Надоело! Сделай что-нибудь.

— Что?
— Почисти базу образов! Убери хотя бы гадов и червей.
— Нет, нет, нет! Папа, давай оставим песчаного червя! — завопила каппа. — Я буду его не очень часто загружать! Мама, не стирай червя, пожалуйста!
— Ладно, девушки, вы решите этот вопрос между собой, — сказал Дэн, — а мне еще надо к предкам зайти.
— Уходишь от разговора, — констатировала Аня.
— Да нет, ну что ты, я все понял.
— Вот расскажи Алле Сергеевне про гадский трансформер — увидишь, что она тебе скажет.
— Не буду.

— Потому что бабушка в обморок упадет, да, папа? — уточнила каппа, переливаясь из зеленого цвета в лиловый и беззвучно щелкая клювом.

Дэн вышел на лестничную клетку и повернул переключатель. Дверь не изменилась, только на овальной плашке с номером квартиры появилась маленькая двоечка, которую прорисовал отец. Получилось 29-2.

Дверь открыла мама.

— Привет, заходи. Хоть почаще теперь тебя видим.

— Ходит как к себе домой! — отозвался из кабинета отец. Шутка стала уже привычной.

Обои здесь оставались старые, бежевые с букетами тонко прорисованных злаков: десять лет назад казалось шикар­но, сейчас уже не так. В той квартире, где жил Дэн с женой и дочерью, были обои с радужными волокнами и эффектом перламутра, которые Аня купила со скидкой. После того как для Дэновой жены сбылась хрустальная мечта каждой москвички — чтобы спальня и гостиная были в разных комнатах, — в новом жилье она устроила прямо­таки невероятную красоту.

Жить в столице хорошо. Спокон веков цари, коро­ли и герцоги, прочие начальники знали: из всех обязательств перед подданными самые обяза­тельные — те, которые даются подданным, проживающим вблизи от резиденции. Которым в случае чего ближе всех бежать с колымаги или другими средствами восстано­вления справедливости. Отсюда совершенно понятно, что условия проживания в столицах лучше, чем в среднем по стране. Люди не могут этого не замечать — отсюда жилищный кризис и квартирный вопрос.

Родители, когда Дэн предложил им, сначала ужаснулись. Но потом обдумали и взвесили: с одной стороны, неопределенность параллельного мира, не совсем узаконенного и в физике, и в жилищном кодексе, а с другой — варианты размена, один другого страшнее, с доплатой, но с проживанием в Братееве или Новопеределкине, либо с полулегальной пропиской в хрущобу под снос, дабы потом из нее переселили в новостройку, совсем уже страшно подумать где! (О покупке квартиры в семье научных работников речь не шла. Мама и Аня получали немало, а Дэн и отец — даже очень прилично, но все равно не СТОЛЬКО.) А теперь возьмем первый вариант: всего лишь одна чисто техни­ческая манипуляция, и пожалуйста: вместо одной любимой, удобной и полностью мебелированной квартиры получают­ся две. Две — причем раздваиваются и новая ванна, и стиральная машина, и тремя поколениями собранная библиотека, и у Маши­ны будет личная детская, а у отца — кабинет, и в то же время — внучку отправить к бабушке с дедушкой без проблем, живем-то на одной лестничной клетке...

Фактически по-прежнему в одной квартире. Только в раз­ных мирах.



ФАНТАСТИКА

Маленькая коробочка, открывающая вход в параллельное пространство (в московском сленге уже появилось словечко «портал» — спасибо, хоть не «врата»), завоевывала город так же необратимо и стремительно, как двадцать лет назад Интернет или мобильный телефон. Но если мобилами сначала заинтересовались богатенькие, то порталы первыми начали ставить люди среднего достатка — те, чьих доходов, как правило, хватает на еду. Жилищную проблему обеспеченный человек решает традиционным путем, для него два особняка по цене одного — непристужно, не по понятиям. Зато человеку небогатому две двухкомнатных вместо одной бывают нужны ну просто до зарезу. А если подумать, то и богатому не помешают магазин и склад в одном флаконе. Ради такого стоит рискнуть...

Всех, конечно, интересовало, что произойдет, если прибор перестанет работать. Портал — всего лишь коробочка с электронной начинкой, да еще и Windows-совместимой. А ну как эта маленькая дрянь испортится и обитатели первой квартиры вместе с мебелью и прочим окажутся во второй... или наоборот? Однако при пробных отключениях ничего подобного не происходило. Участок пространства, единожды раздвоившись, не сливался снова в одно целое и, вероятно, должен был оставаться двойным до конца времен. Другое дело, что только работающий портал давал возможность выбирать нужное пространство: без него жилец никогда не знал, увидит ли он, выходя из лифта, квартиру 29 или 29-бис. Но если работает лифт, то кто мешает спуститься и подняться еще разок? Без лифта, скажу я вам, куда хуже, чем без портала...

Был тут, правда, еще один нюанс. Проникать в одно из двух, и именно в нужное пространство можно было только через портал — то есть, как правило, через дверь. А насчет брошенного в окно букета никто не мог знать, влетит ли он в квартиру к девушке или к маме девушки... Положим, в наших широтах не так часто что-нибудь бросают в окна. Но удвоенные пространства обычно имели форму сплюснутой сферы — то есть не совпадали с кубатурой квартиры, а вылезали за ее пределы. Соседи счастливых обладателей порталов иной раз буквально зверели: ведь сам же, черт подери, клал на полочку бумажник, потом смотрю — нет бумажника, все обыскал — нету, смотрю опять — лежит на полочке!.. Пожаловаться бы куда-нибудь, но нельзя же, в самом деле, писать в заявлении: полдня не мог найти деньги, а потом вдруг нашел, помогите! Другие граждане вскоре после того, как их соседи поставили портал, с изумлением обнаруживали, что, например, книги на стеллаже или свитера в шкафу у смежной с соседями стены существуют в двух экземплярах: одна книга на столе лежит, а вторая такая же на полке стоит... Но жаловаться на это было бы еще более странно.

Официальные средства массовой информации, как только заговорили о параллельных пространствах (ПП — ду-

рацкая аббревиатура, но другой взять неоткуда) и конкретно о ПП-жилплощади, начали с того, что пребывание в параллельном мире опасно для здоровья, вызывает, естественно, рак и кардиопатологию. Ученые отмалчивались... Но здесь у Дэна был мощный контраргумент. В хрущобе, которую они с Аллой Сергеевной ездили смотреть, владельцы не рекомендовали отодвигать шкаф от стены, чтобы она не рухнула. Пространства пространствами и порталы порталами, а цивилизация породила немного явлений, столь же опасных для здоровья, как и кирпич на голову.

Мама, ясно, сразу выставила на стол картошку с мясом, а к чаю подала бисквитный пирог со сливами. Половина пирога улеглась в пластиковую коробку — с тех пор как у Машки выросли зубы, все попытки Дэна пролепетать «себе-то оставьте» разбивались о железное: «Если сами не будете есть, возьми для ребенка!» Дэну жевал и слушал рассказ о том, как матушкина сослуживица Татьяна Михайловна, дама неприятная во всех отношениях, пошла в Торговый центр за подарком к свадьбе для дочери подруги, и там у нее сели батарейки в антирекламнике. Так она, прежде чем осознала этот факт, успела приобрести: итальянскую куртку из шкуры нерпы на четыре размера меньше, чем ей требовалось, серьги и кольцо с топазами, несколько комплектов шелкового постельного белья, два фаянсовых садовых вазона в форме жаб и еще плитку ручной росписи для бассейна, которого у нее отродясь не было.

— Спасибо, мотор для яхты не купила!.. Сидит, чуть не плачет. Я ей говорю: Таня, неужели вы совсем не чувствовали, что происходит? Она смотрит на меня вот такими глазами: Аллочка, вы представляете — нет! Мне казалось, что я покупаю все очень нужное и дельное. Ну нет бассейна, но вдруг он появится — а плитка уже есть.

— Ювелирно работают, паразиты, — сказал отец.

— Необязательно, — возразила мама. — Я должна сказать, что Танька такой человек: будь у нее антирекламник включен или выключен, ей все кажется, что она покупает нужное и дельное. И всегда берет впрок, как при социализме.

— И что же ей теперь делать?

— Да ничего. Плитку и жаб она купила в кредит, договор можно расторгнуть. Белье подарит на свадьбу, как и собиралась. Один комплект подарит, другие приобретает для других подарков. Я говорю: оставьте себе, раз уж все равно купили, в кои-то веки поспите на шелках. Отвечает: не хочу, глаза бы на эти шелка не глядели! На кольцо с серьгами у нее чек сохранился — придралась, что давит на палец и портит ауру, — вернула. А куртку назад не берут, будет перепродавать. Хочет теперь жаловаться в Союз потребителей.

— На кого?

— Не представляю, на кого. Там же висит объявление на входе, насчет волновой информации о товарах: или не заходи, или проверяй батарейки, или включи мозги... Ну ладно, Данил, что ты там вчера говорил про регистрацию?

Дэн принялся объяснять: правительство наконец-то признало, что замечает существование ПП-квартир. Но запретить горожанам устанавливать пор-

талы было бы так же затруднительно, как и в конце прошлого века запретить модемы, не зарегистрированные в МГТС. Ликвидировать даже обнаруженные квартиры, как известно, невозможно физически: при уничтожении коробочки-портала липовая жилплощадь не исчезает. А все же контролировать процесс необходимо. Порталы ставят не только родители с детьми и разведенные мужья с женами, но и желающие сдавать жилплощадь (все равно кому, только бы подороже), и разного рода предприниматели. А иногда порталы ставят и без ведома хозяев самых обычных квартир. Потом хозяева получают кошмарно возросшие счета за коммунальные услуги, спецназ выволакивает под локотки содержателей наркопритона, подпольного борделя, фабрики или просто приятелей друга внука ответственного квартиросъемщика.

В иных случаях квартиру удваивают, чтобы спокойно продать реплики материальных ценностей. Причем хозяева при встрече с операми тарачат глаза: что вы несете, мой компьютер (видеоцентр, коллекция монет, картин, антиквариата...) на месте, никто ничего не крал! И даже самые что ни на есть приличные люди, селясь в ПП-квартирах, причиняют головную боль муниципальным службам: возросшие нагрузки на электросеть и канализацию — это вам не жук начихал.

А в то же время все эти проблемы разрешить можно, чего не скажешь о хронической нехватке простого трехмерного пространства в центре мегаполиса.

Регистрация обещала быть гуманной (возможность прописки на параллельные площади, всяческие льготы, снижение квартплаты почти в два раза, однако с обязательной отдельной оплатой), зато меры против уклонистов предполагались драконовские, вплоть до судебных исков. Устанавливать новые порталы можно будет абсолютно легально, для желающих предоставляются кредиты. Кредитуют и фирмы, занимающиеся установкой, в их числе та, где работал племянник Валерий. Зарабатывал он, кстати, и так неплохо. Они с женой и ребенком жили в ПП-квартире, отпочкованной от Ольгиной. Ксения, поселившись на постоянной жилплощади и родив Валерке сына, стала исключительно положительной молодой особой и явно склонялась к мысли, что Темных Богов не бывает. С ребенком они оба нянчились как ненормальные, гораздо больше, чем в свое время Дэн и Аня с Машкой. Внуки — это те, кто отомстят нашим детям за нас, смеялась Ольга. Несмотря на то что она стала бабушкой, у нее, впервые на памяти Дэна, всерьез налаживалась личная жизнь.

— Пора, в самом деле, заканчивать прятаться, — подытожил отец. — Может, хотя бы коммунальные службы будут порталы чинить. А то в эту фирму окаянную никогда не дозвонишься.

3. Год 2015. Москва, туристский центр

Опять он запутался в развертке и свернул не туда. Вместо перекрестка попал на автостоянку пешеходной зоны. Коли уж так вышло, Даниил Александрович решил перекусить и вышел на бульвар. Все здесь, конечно, дорого, зато погуляю, воздухом подышу.



Чугунный Пушкин склонял кудрявую голову над площадью, кишевшей туристами. После перепланировки под параллельное пространство тут все стало по-другому. Впрочем, казино и кинотеатр остались здесь, «Известия» — тоже (оборудовав, впрочем, персональный портал для сотрудников), зато «Макдональдс» правительство Москвы и Министерство культуры общими усилиями выперли-таки в транспортный узел — его место при Пушкине занял ресторан «Talone».

Тут царил невероятная, совершенно непривычная для современного москвича тишина. Площадь пешеходной зоны в центре Москвы — двадцать квадратных километров: все Садовое кольцо, кроме, сами понимаете, Кремля и еще некоторых особенных зданий. Шума машин не слышно. Совсем.

Давно, давно пора было. Все лучше, чем в прежние времена, когда в центре города пешеход не решался перейти без светофора даже самый узенький переулок. Или те безумные проекты, которые на полном серьезе рассматривались в начале века, вроде того, чтобы опустить весь центр под землю, а машины пустить поверху. Пушкина под землю! Дебилы.

На бульваре звенели детские голоса. Музыка, воробьиное чириканье, воркование голубей, клюющих кусочки печенья у многочисленных кафе. Подковы цокали по булыжной мостовой... Поедая блин с протертой брусникой, Дэн наблюдал за ребенком в матроске, который гонял палочкой обруч. Реальный гуляющий ребенок или нанятый турбюро? Не разберешь. Дэн попытался активизировать пассивную образованность и вспомнить, как называется эта игра. Вроде — серсо. Или серсо — это шарик на веревочке?..

Красота. Все счастливы: и транспортники, и турагентства, а уж искусствоведы всякие, историки — про них и речи нет. Жилищный кризис, конечно, не исчез: квартиры тут стоят бешеных денег — до сих пор, за два года, еще не все раскупили. (Хотя, по подсчетам журналистов, прибыль от проекта составила уже 300 — 500%.) А ведь можно было открыть и третье, и четвертое пространство. В Москве с некоторых пор есть одно здание, в котором их семь: дом номер 302-бис по Садовой улице. Фонд памяти Михаила Булгакова никогда не пасовал перед трудностями.

В мэрии думали и о том, как бы раскрыть ПП-пространства в спальных районах, но вовремя притормозили: многоэтажки свой ресурс выработали лет десять назад — так уж лучше сначала построить дома, а затем порталы, чем потом затевать стройку сразу в двух мирах.

Ну да лиха беда начало. Сейчас если кто и недоволен московскими властями, так это жители тех ПП-квартир, чьи окна после реконструкции выходят не на бульвар, а на транспортный узел. Теперь не видать им, бедным, ни из кухни, ни из гостиной Александра Сергеевича на фоне неба (реплику памятника продали в Санкт-Петербург, а на месте бульвара построили эстакаду), не слышать детских голосов и шелеста листвы... Дэн вспомнил Серегу Кузнецова и его супругу-поэтессу — как они развелись и разменяли на ПП Серегину квартиру на Малой Дмитровке. Серега прописал к себе Настю, у бывшей супруги поселился какой-то перец. И тут грянула реконструкция. В транспортный центр угодил поэтесса с перцем, а Серега с Настей — в туристский. Нежная душа поэтессы этого не вынесла, начались скандалы, угрозы суда. Настя подбивала Сергея наплевать на все и по-родственному разменяться со стервой — пусть себе



ФАНТАСТИКА

живет под Пушкиным и радуется, — но Серега стоял на своем: ПП ставили за его счет, поэтому его будущие дети имеют право жить в экологически чистом районе, а бывшая супруга не утомится навещать солнце русской поэзии через портал. Суд был неизбежен, исход — неясен...

Дэн доел блин, допил кофе, но все продолжал сидеть на скамейке, глядя перед собой и пытаясь сообразить, что же ему мешает наслаждаться идиллией. Специалисты рассчитали площади ПП, безопасные для целостности мира. У всех вроде бы получалось, что до критических площадей еще далеко. Но ведь известны случаи, когда экономические соображения изменяли предельно допустимые концентрации ядов в воздухе и воде — так кто сказал, что экономика не может влиять и на физические величины? Удвоение, утроение полезных площадей в центре Москвы — дело, конечно, хорошее. Пусть кто-то на этом руки греет — все равно у скольких людей жизнь пошла на лад. Но вот...

Как это будет, если мир все же лопнет, расслоится надвое, будто кленовое семечко? Порталы бездействуют, Серега никогда больше не встретит на лестничной клетке свою бывшую, но и Дэн никогда больше не увидит родителей, и дай-то Бог, чтобы Машка в этот момент была не в школе, а дома, с Аней... Население земного шара уменьшится вдвое (если неумолимая физика разделит нас ровно пополам). Включая президентов и прочих начальников. Скажем, наш окажется в другом пространстве, а американский — в том же, что мы, или наоборот...

ТЬфу! Чего только не лезет в голову. Ну что такое столица? Точка на карте. Ну пусть даже все крупные города мира — это лишь тысячные доли процента от общей площади шарика! Ни черта подобного не будет. В конце концов, за что коллегам-физикам деньги платят? Не зря же они прохлаждаются в своем ПП-Академгородке между улицей Вавилова и Ленинским проспектом?! Все будет хорошо.

Он выбросил обертку и стаканчик в мусорный бак и пошел обратно, к portalу.

Выезжая со стоянки, взглянул в небо. Ему показалось, что заходящее солнце стоит выше, чем было. Конечно, оттого, что исчезли старые дома и памятник Пушкину, уступив место эстакаде, горизонт кажется как будто ниже. Сам закат действительно был немного другим, шире растекался в дымке, которая всегда поднимается летом над городскими трассами. Это понятно. Но солнце-то все равно одно, правильно?





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Суеверия подданных британской короны

В феврале этого года, во время Недели науки в Соединенном Королевстве, психологи из Хартфордширского университета провели интересный эксперимент. Они решили выяснить, насколько суеверны их соотечественники, и, поместив на специальном сайте список вопросов, получили более двух тысяч ответов за неделю (по сообщению агентства «AlphaGalileo» от 17 марта 2003 г.). Оказалось, что суевериям в той или иной степени подвержены более полутора тысяч человек. При этом 74% предпочитают стучать по дереву, дабы не сглазить удачу, а 65% с этой целью скрещивают пальцы. Половина старается не проходить под лестницами, чтобы избежать неприятностей, а из-за разбитого зеркала переживают 39%. Около трети опрошенных британцев боятся чертовой дюжины и носят всевозможные амулеты.

Интересно, что высшее образование вовсе не гарантирует непредвзятость взгляда на мир — более четверти людей, обремененных дипломом, в сильной степени подвержены суевериям. Напротив, опыт прожитых лет положительно сказывается на трезвости восприятия причинно-следственных связей: если на поступки подростков в возрасте 11–15 лет суеверия влияют в 59% случаев, то к сорока годам их остается 44%, а среди пятидесятилетних суеверен лишь каждый третий.

Зато женщины в любом возрасте сильно опережают мужчин в этой склонности. Так, перекрещивают пальцы от сглаза 75% женщин против 50% мужчин, а по дереву в случае чего стучат 83% представительниц прекрасного пола и всего 61% представителей сильного.

В опросник были включены также вопросы о личных суевериях. Наиболее частые из них оказались «счастливая» одежда для экзаменов и прочих ответственных мероприятий и «счастливые» номера при игре в лотереи. Но встречаются и весьма экзотические пристрастия. Вот несколько примеров.

«Я избегаю находиться в ванной, когда в соседнем туалете спускают воду; я всегда рисую улыбающееся лицо на пене кружки с «Гиннесом»; я всегда выхожу из здания через ту же дверь, что и входил; я никогда не ставлю регулятор громкости в моей машине на 13; когда часы показывают одинаковые числа, например 12:12, я громко произношу «двенадцать-двенадцать»; когда я вижу катафалк, то держу руку у воротника до тех пор, пока не увижу птицу».

«Новые суеверия появляются и развиваются постоянно, — говорит руководитель исследования, доктор Ричард Вайсман. — И нет ни малейшего повода считать, что в ближайшем будущем их число уменьшится».

С. Комаров

Пишут, что...



...журнал «Биохимия» открывает на своих страницах рубрику «Рискованные гипотезы» («Биохимия», 2003, № 1, с.5)...

...создается международный консорциум для разработки комплексной модели функционирования бактерии *E.coli* («Молекулярная генетика, микробиология и вирусология», 2003, № 1, с.5)...

...внутриклеточную среду обычно рассматривают как водный раствор, тогда как она представляет собой гель, испытывающий фазовые переходы («Биологические мембраны», 2003, № 1, с.5)...

...в Японии получены трансгенные тутовые шелкопряды, которые вырабатывают человеческий коллаген («Nature Biotechnology», 2003, т.21, с.34)...

...в Европе, в отличие от США, трансгенные продукты полагается помечать, поэтому там используют соответствующие методы контроля («Журнал аналитической химии», 2003, № 1, с.5)...

...при апоптозе происходят межнуклеосомные разрывы хромосомной ДНК, что приводит к появлению фрагментов этой молекулы, кратных 180 парам оснований («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2002, № 12, с.641)...

...в нашей Галактике лишь одно атомное ядро из тысячи принадлежит химическому элементу, имеющему порядковый номер больше двух («Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2002, № 4, с.915)...

...в ЦЕРНе получены атомы гелия, в которых один из электронов заменен на антипротон, и определены их энергетические уровни («Physical Review Letters», 2002, т.89, с.243402)...

...число видов растений на Земле оценивают в 250–300 тысяч («Онтогенез», 2003, № 1, с.5)...

...период с 1991 по 2000 год был самым теплым десятилетием в Северном полушарии за последние полтора века («Метеорология и гидрология», 2003, № 1, с.18)...

Пишут, что...



... почва более половины территории России дефицитна по йоду («Здравоохранение Российской Федерации», 2003, № 1, с.9)...

...в Москве из-за чрезмерного засоления почвы в результате применения песчано-соляной противогололедной смеси в 1996 году погибло 250 тыс. деревьев («Почвоведение», 2003, № 1, с.97)...

...расстройствами сна страдает не менее трети взрослого населения России, причем 60% из них жалуются на трудности засыпания, 20% — пробуждения, а остальные — на то и другое («Журнал неврологии и психиатрии», 2003, № 1, с.51)...

...по данным ВОЗ, путем профилактики инфекционных и паразитарных болезней ежегодно можно избежать 1,5 млн. новых случаев заболевания раком («Медицинская паразитология», 2003, № 1, с.7)...

...более 400 000 женщин в мире, больных раком молочной железы, сейчас живы благодаря лечению тамоксифеном («Nature Review Drug Discovery», 2003, т.2, с.205)...

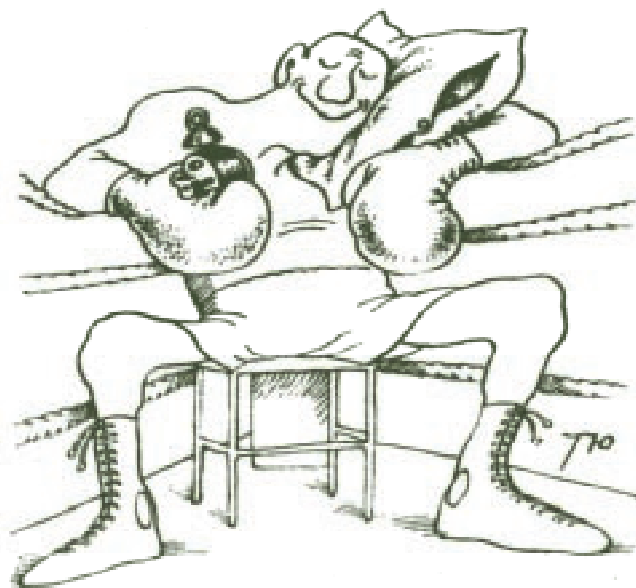
...ткани из химических волокон нового поколения, например имитирующие лебяжий пух, более комфортны для человека и полезны для его здоровья («Текстильная промышленность», 2003, № 1/2, с.17)...

...если в 1990 году среди взрослого населения развивающихся стран было 65% грамотных, то в конце 90-х годов — уже более 73% («Известия Академии наук, серия Географическая», 2003, № 1, с.11)...

...в России есть 5609 школ, в каждой из которых учится меньше десяти детей («Поиск», 28.02.03, с.6)...

...эпохи великих открытий прошли, и прошли безвозвратно («НГ-Наука», 12.02.03, с.11)...

...Исаак Ньютон полагал, что наиболее вероятная дата конца света и второго пришествия Христа — 2060 год («Nature», 2003, т.421, с.882)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Спать нужно больше!

Американские исследователи обнаружили, что хроническое недосыпание накапливается. Если человек постоянно спит меньше шести часов, то даже при кажущемся хорошем самочувствии ухудшаются его реакция и способность к восприятию информации.

Ученые из Пенсильванского университета провели психологическое исследование, чтобы выяснить, как влияет недосыпание на работоспособность. Оказалось, что люди, которые хронически недосыпают, привыкают к такому состоянию и считают, что чувствуют себя нормально, однако на самом деле не способны справиться даже с обычными психомоторными тестами.

В течение двух недель Д.Динджес, Х. ван Доген и их коллеги из отдела сна и хронобиологии факультета психиатрии наблюдали за здоровыми добровольцами в возрасте от 21 до 38 лет, чтобы сравнить эффекты четырехчасового и десятичасового сна. Они измеряли снижение умственной активности с помощью стандартных психомоторных тестов и сравнивали их с результатами, полученными у группы людей, обходившихся без сна более трех суток.

У испытуемых, спавших четыре часа в сутки, количество ошибок в психомоторных тестах ежедневно увеличивалось и в конце эксперимента стало таким же, как у тех, кто не спал 88 часов. Реакция ухудшилась настолько, что их нельзя было допускать к вождению автомобилем или самолетом. Кроме того, они плохо справлялись с одновременным выполнением нескольких заданий (по сообщению агентства «EurekAlert» от 13 марта 2003 года).

По мнению авторов исследования, если продолжительность ночного сна менее шести часов, в организме накапливаются «долги». Человек зачастую не обращает на это внимания и искренне считает, что с ним все в порядке. Однако полученные результаты доказывают обратное. Сон очень важен для здоровья и хорошего самочувствия. «Даже небольшое сокращение времени сна, если оно происходит регулярно, может серьезно нарушить нейробиологические функции», — утверждает ван Доген.

А.Ефремкин



ООО «АО РЕАХИМ»

ООО «АО Реахим» основано в 1993 году на базе бывшего В/О «Союзреактив» министерства химической промышленности. Наш ассортимент — более 3000 наименований химических реактивов



Набор 1С	
«Кислоты» (по 200 г):	64.66
Кислота азотная, кислота ортофосфорная	
Набор 1В	
«Кислоты»:	57.64
Кислота азотная (200 г), кислота ортофосфорная (50 г)	
Набор 2М	
«Кислоты»:	93.00
Кислота соляная (1,5 кг), кислота серная (2,7 кг)	
Набор 3ВС	
«Щелочи»:	53.46
Гидроокись калия (250 г), гидроокись натрия (200 г), гидроокись кальция (50 г)	
Набор 5С	
«Органические вещества»	256.23
Набор 6С	
«Органические вещества»	175.09
Набор 7С	
«Минеральные удобрения» (по 250 г):	150.00
Аммофос, карбамид, натрий азотнокислый тех., селитра кальциевая, соль калийная (калий хлористый), сульфат аммония, суперфосфат двойной гранулированный	

В.Г.МЕРЕНКОВУ, Смоленск: По нашим сведениям, аскорбиновой кислоты в японской айве, хеномелесе Маулея, достаточно много: в статье Г.К.Байкова (см. «Химию и жизнь», 1984, № 10) приводится значение 97,9 мг на 100 г сухого веса.

Д.ЕВСЕЕВУ, Санкт-Петербург: Хотя рожь и пшеница близкие виды и могут скрещиваться, возникли они не от общего «пшалебного» злака; как предполагают специалисты, рожь первоначально была сорняком в посевах пшеницы, и, когда культура стала продвигаться на север, из-за заморозков «сорняк» занял место культурного растения.

Е.А.АНУФРИЕВУ, Москва: Комочки в закваске для кисломолочного продукта — сообщества дрожжевых грибков и молочнокислых бактерий, если это кефир, и одних молочнокислых бактерий, если это простокваша.

В.К.ЧУПИНОЙ, Чернигов: В надписи на пузырьке эфирного масла, произведенного в Украине, «Эфирное масло ландыша — Oleum Landius sr.» перевод на латынь сделан, мягко говоря, произвольно — ландыш по-латыни Convallaria.

А.В.ПРЫТКОВУ, Оренбург: Противогрибковый препарат нистатин совершенно правильно рекомендуют запивать молоком: он растворяется в жирах, а принятый натощак, образует с желчью нерастворимые комплексы.

А.Р.МИХАЛЬЧЕНКО, Москва: «Посторонний запах» эпоксидной смолы может означать, что ее разбавили ксилолом, а это говорит о недобросовестности продавцов.

В.М.СИДОРОВУ, Бийск: Волластонит — природный метасиликат кальция, используемый в качестве белого наполнителя в лакокрасочных материалах.

Т.П., И.В. и др.: Мы принимаем тексты, отпечатанные на машинке, но без особого восторга, так как это сильно замедляет производственный процесс; что касается статей, написанных от руки, — господа, пожалейте нас, XXI век на дворе!

Предлагает наборы химических реактивов для школ

101000, г. Москва,
Кривоколенный пер.,
12, стр. 2.
Тел.: (095) 786-35-50,
923-38-19
<http://www.reachem.ru>;
reachem@mail.cnt.ru



Цена набора приведена в рублях без НДС

Набор 8С «Иониты» (по 50 г): 37.66
Анионит, катионит

Набор 9ВС «Образцы неорганических веществ» (по 50 г): 156.00
Алюминий азотнокислый, бария окись, квасцы алюмокалиевые, калий фосфорнокислый 2-х зам., кобальт сернокислый, кислота борная, литий хлористый 1-водн., марганец (2) сернокислый 5-водн., марганец хлористый, натрий кремнекислый мета 9-водн., никель сернокислый, свинец (2) окись

Набор 11С «Соли для демонстрационных опытов» (по 50 г): 121.09
Аммиак водный, аммоний углекислый, калий углекислый (поташ), калий углекислый кислый, калий фосфорнокислый 2-зам. 3-водн., натрий углекислый, натрий фосфорнокислый 12-водн. или тринатрийфосфат 12-водн.

Набор 12ВС «Неорганические вещества» (по 50 г): 135.00
Калий роданистый, калий железистосинеродистый 3 водн., натрий углекислый, натрий бромистый, натрий сернокислый кислый, натрий фтористый, сера молотая, калий железосинеродистый, натрий сернокислый

Набор 17С «Нитраты» (малый) (по 50 г): 106.51
Алюминий азотнокислый 9-водн., аммоний азотнокислый барий азотнокислый, калий азотнокислый, натрий азотнокислый

Набор 17С «Нитраты» (большой) (по 50 г): 180.00
Алюминий азотнокислый 9-водн., аммоний азотнокислый, барий азотнокислый, калий азотнокислый, натрий азотнокислый, серебро азотнокислое (10 г)

Набор 19ВС «Соединения марганца» (по 100 г): 92.00
Калий марганцевокислый, марганец(4) окись

Набор 20ВС «Кислоты»: 94.00
Соляная кислота (3 кг), серная кислота (900 г)

Набор 21ВС «Неорганические вещества» (по 200 г): 151.00
Кальция окись, медь(2) сернокислая б/в, медь(2) углекислая осн., натрий углекислый, натрий углекислый кислый

Набор 22ВС «Индикаторы» (по 10 г): 117.00
Метиловый оранжевый индикатор, фенолфталеин индикатор

Набор 18С «Соединения хрома»: 92.00
Аммоний двухромовокислый (200 г), калий двухромовокислый (50 г), калий хромовокислый (50 г)

Набор 13ВС «Галогениды» (по 40-50 г): 120.00
Алюминий хлористый 6-водн., аммоний хлористый, барий хлористый, железо хлорное 6-водн., калий хлористый, кальций хлористый, магний хлористый, медь хлорная, цинк хлористый, натрий хлористый очищенный, хром треххлористый

Набор 14ВС «Сульфаты, сульфиты, сульфиды» (по 50 г): 147.01
Аммоний сернокислый, алюминий сернокислый, железный купорос, калий сернокислый, калий сернокислый кислый, кальций сернокислый 2-водн., магний сернокислый, медный купорос, натрий сернистый 9-водн., натрий сернокислый 9-водн., сульфит натрия б/в, цинковый купорос

Набор 16ВС «Металлы, оксиды»: 145.00
Олово гранулированное (50 г), железо(3) окись (50 г), железо мет. вост. (200 г), меди(2) окись (100 г), цинк гранулированный (100 г)



Международный Союз
выставок и ярмарок



8 - 12 сентября 2003 г.

ХИМИЯ

12-я международная выставка
химической промышленности

'2003

Организатор:

ЗАО "Экспоцентр"
при содействии ЗАО "Росхимнефть"

Официальная поддержка:

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

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



ЭКСПОЦЕНТР

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