



XXI век



9
2002

PH3HБ
ЖИЗНЬ
И
ВНИМАН







9

Химия и жизнь—XXI век

2002

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

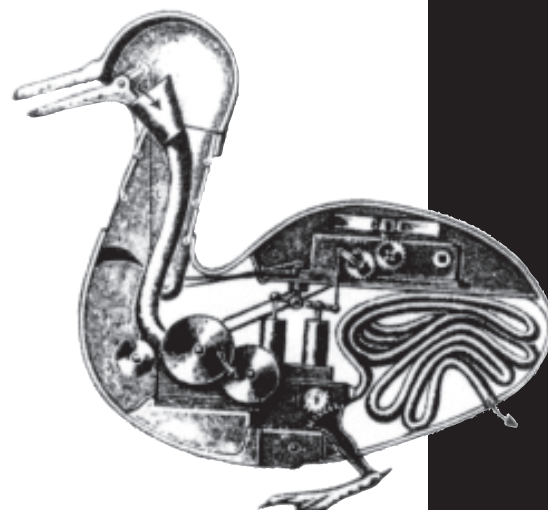
Господь изощрен, но не злобен.

А. Эйнштейн



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина
к статье «Эволюция против деградации»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Густава Мора «Сафо». Не вынесла Сафо горестей
бытия, бросилась в бушующее море. Вот если бы
она была знакома с современными препаратами,
снямающими боль, то, может, и обошлось бы.
Читайте об этом в статье «Вавилонская башня
биологии»*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Зав. редакцией
 Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели
 Б.А.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
 Т.Б.Пичугина, Н.В.Коханович
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 25.08.2002
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
 105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

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

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

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

© Издательство научно-популярной литературы «Химия и жизнь»

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

 Спонсор
 журнала
 фирма
 ChemBridge Corporation

8

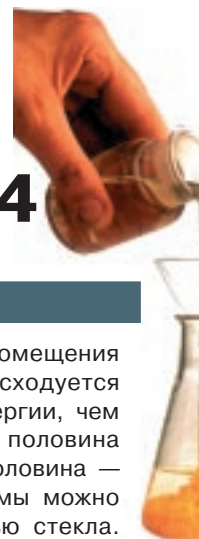
Что значит сегодня наука для общества, каким должен быть государственный взгляд на эту уникальную и бесценную отрасль человеческой деятельности?

На эту тему рассуждают вице-президент РАН Н.А.Платэ и премьер-министр Великобритании Тони Блэр.



Химия и жизнь — XXI век

34



В России на отопление помещения определенной площади расходуется примерно в три раза больше энергии, чем в Скандинавских странах: половина энергии теряется через стены, половина — через окна. Обе эти проблемы можно решить с помощью стекла.

ИНФОРМНАУКА

МАРС И ЗЕМЛЯ БРОСАЮТСЯ МЕТЕОРИТАМИ	4
НА ТУНГУСКЕ ВЗОРВАЛСЯ ГАЗ, А НЕ МЕТЕОРИТ?	4
НАНОТРУБКА В ФОРМЕ ВИЛКИ	5
ЗЕМЛЯ ТЕРЯЕТ КИСЛОРОД	5
НЕВИДИМЫЙ ВРАГ БИОСФЕРЫ	6
РАДИАЦИЯ СЪЕДАЕТ ФОСФОР	6
КРОЛИК ПОД ГИПНОЗОМ	7

ДОКУМЕНТ

Н.А.Платэ «ГОСУДАРСТВО, КОТОРОЕ НЕ ХОЧЕТ КОРМИТЬ СВОИХ УЧЕНЫХ, ЕНЫХ, БУДЕТ КОРМИТЬ ЧУЖИХ»	8
Т.Блэр О ЗНАЧИМОСТИ НАУКИ	10

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А.А.Каменский БАВИЛОНСКАЯ БАШНЯ БИОЛОГИИ, ИЛИ ЗАЧЕМ БИОЛОГАМ ОБЩИЙ ЯЗЫК	18
--	----

УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

О.Куликова, А.Шеховцов О РАВНОПРАВИИ СОАВТОРОВ	22
--	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Х.П.Тирас ЧЕЛОВЕК И ЛЯГУШКА	23
---	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

В.П.Попов, И.В.Крайнюченко ЭВОЛЮЦИЯ ПРОТИВ ДЕГРАДАЦИИ	28
---	----

ГИПОТЕЗЫ

В.П.Майков КВАНТОВАНА ЛИ ЭНТРОПИЯ?	29
--	----

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

А.В.Бутюгин АТОМ — ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	31
---	----

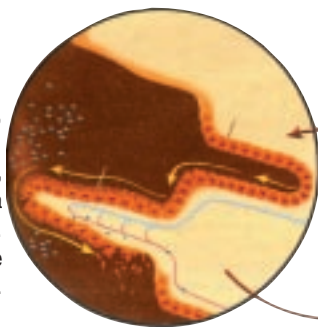
ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Л.Намер СТЕКЛО СЕГОДНЯ	34
--	----

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

В.Благутина ГОРМОН ЖЕЛЕЗА	38
---	----

Найден гормон, регулирующий содержание железа в организме, но пока только у мыши. Однако по значимости эту работу уже сравнивают с открытием инсулина.



В номере

4

ИНФОРМАУКА

Геолог из Новосибирска выдвинул новую гипотезу взрыва на Подкаменной Тунгуске, происшедшего 30 июня 1908 года.

23

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Экспериментальная работа с животными — «зона риска» для человека. В первую очередь это связано с необходимостью лишать жизни подопытных животных. Мысли об этом никогда не оставляют биолога-экспериментатора, и бомба замедленного действия в его сознании может «взорваться» с совершенно непредсказуемыми последствиями.

52

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Всем известно, что человечество принято делить на расы и нации — как с позицией сугубо научных (биологических), так и социальных. Правда, последнее не всегда совпадает с первым. Кажется, здесь тот самый случай, когда пора договориться о терминах.

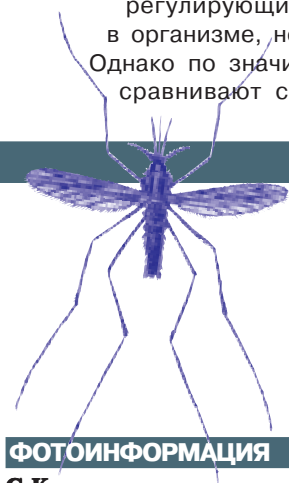
60

АРХИВ

«Люди верят в такое множество чудес, что я решил выяснить, почему они во все это верят. И моя страсть к исследованиям завела меня в такие дебри, где я почувствовал, что вся эта мура подступает к горлу». Ричард Фейнман

41

Сейчас, как и десятки лет назад, в России есть все природные и климатические условия для распространения малярии. Достаточно ли их, чтобы малярия возродилась?



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С. Комаров

ЧЕРНАЯ ЛЕНТА СМЕРТИ 40

ЗДОРОВЬЕ

М. И. Соколова

ВЕРНЕТСЯ ЛИ МАЛЯРИЯ В РОССИЮ? 41

М. Литвинов

КЛЕТКИ В КЛЕТКЕ 42

М. Литвинов

МАЛЯРИЯ — СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ 46

РАЗМЫШЛЕНИЯ

С. В. Багоцкий

О РАСАХ, НАЦИЯХ, ДЯДЕ СЭМЕ И ОДЕССЕ-МАМЕ 52

РАСЧЕТЫ

С. Комаров

СУДЬБА ОБЕЗЬЯНЫ 57

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Д. Мэддокс

ТЕРНИСТАЯ ДОРОГА К ДНК 58

АРХИВ

Ю. Орехов

«ВЫ, КОНЕЧНО, ШУТИТЕ, МИСТЕР ФЕЙНМАН!» 60

Р. Фейнман

«ГРУЗОКУЛЬТОВЫЕ» НАУКИ 60

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С. Комаров

КИСЛОТНАЯ ЖИЗНЬ 65

ФАНТАСТИКА

Е. Варфоломеев, О. Марьин

ПОСЛЕДНЯЯ БИТВА СТАРОГО И МАТЕРОГО ГАЛАКТИЧЕСКОГО РЕЙНДЖЕРА-ИСТРЕБИТЕЛЯ СИДОРОВА ЕВГЕНИЯ ОЛЕГОВИЧА 66

ЖЕРТВА НАУКИ

Н. Резник

ВЕЧНОЕ ДИТА 72

НОВОСТИ НАУКИ 16

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 32

ПИШУТ, ЧТО... 70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 48

ПЕРЕПИСКА 72



АСТРОНОМИЯ

Марс и Земля бросаются метеоритами



Российские ученые из Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Виноградова РАН при поддержке РФФИ исследовали новый марсианский метеорит Dhofar 019. По их расчетам, он был выбит с Марса и провёл в космосе примерно 20 млн. лет, прежде чем столкнуться с Землей.

В пустыне Омана 24 января 2000 года нашли метеорит из базальта массой чуть больше килограмма, который назвали Dhofar 019. Он принадлежит к очень редкому типу метеоритов, так называемым SNC-метеоритам, которые, согласно общепринятой гипотезе, происходят с Марса. Ученые из ГЕОХИ РАН и Института геохронологии докембрия РАН исследовали изотопный состав благородных газов, содержащихся в метеорите в виде микровключений.

По изотопам аргона, ксенона и криптона можно определить, откуда этот метеорит, каков его абсолютный возраст и когда он покинул свою родную планету. В том, что Dhofar 019 именно с планеты, ученые не сомневаются, поскольку горные породы, составляющие SNC-метеориты, могли образоваться только в очень крупном теле. Анализ показал, что изотопный состав газов метеорита соответствует марсианской атмосфере, о которой после полетов «Викингов» многое известно. Возраст самой породы, слагающей метеорит, — примерно 540 млн. лет. С Марса Dhofar 019 был выбит метеоритом-ударником 20 млн. лет назад. Все это время он блуждал в космосе, о чем свидетельствуют изотопы благородных газов, образующиеся только под действием галактических космических лучей. Это самый долгий перелет, установлен-

ный учеными для SNC-метеоритов. До этого рекордсменом числился ALH-84001, который прибыл на Землю после 15 млн. лет скитаний.

Законы динамики в Солнечной системе не противоречат тому, чтобы планеты земной группы могли «перебрасываться» метеоритами. В частности, траектории камней, выброшенных с Марса, могут пересечься с орбитами других планет и упасть на их поверхность, причем 7% таких камней попадет на Землю. Раньше достоверно были известны только метеориты с

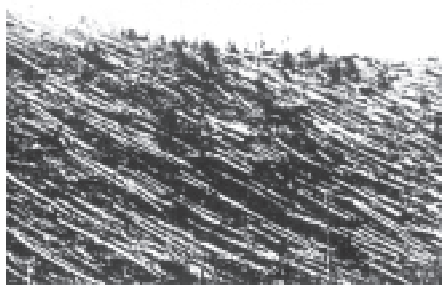
Луны, теперь подтвердилась гипотеза марсианских пришельцев. В самом деле, теоретически при сильном ударе обломки марсианских пород могут приобрести скорость более 5 км/с, чтобы преодолеть гравитационное поле красной планеты.

На Земле SNC-метеориты находят с 1815 года. По составу они похожи на так называемые основные и ультраосновные породы Земли, в них нет округлых зерен, хондр, как в наиболее распространенных метеоритах — хондритах. С включением в круг поисков Антарктиды, каменных пустынь Африки, Австралии и Америки — районов, куда особенно часто падают камни с неба, — SNC-метеоритов встречается все больше. Сейчас в коллекциях хранятся 16 таких камней.

ГЕОЛОГИЯ

На Тунгуске взорвался газ, а не метеорит?

Геолог из Новосибирска выдвинул новую гипотезу взрыва на Подкаменной Тунгуске, происшедшего 30 июня 1908 года. Столь большие разрушения и пожар вызвал вовсе не метеорит, а струя газа, вырвавшегося из недр под большим давлением.



Почти столетней давности событие на Подкаменной Тунгуске вновь привлекло внимание ученых. Что же все-таки взорвалось тогда в глухой тайге, равное по мощности 50-мегатонной водородной бомбе? Метеорит или иное космическое тело не вполне удовлетворяют пытливые умы, оставляя слишком много загадок. Геолог Владимир Епифанов из Сибирского НИИ геологии, геофизики и минерального сырья на прошедшей недавно в Москве конференции «Дегазация Земли» рассказал о том, что причиной взрыва могла быть мощная газовая струя, внезапно вырвавшаяся из глубин планеты.

В районе, где якобы упал тунгусский метеорит, есть большие скопления углеводородов. Два глубинных разлома дробят в этом месте пласты осадочных пород с целой группой газонефтяных и газоконденсатных месторождений, запечатанных сверху, как сургучом, базальтами, излившимися из многочисленных трещин и вулканов 200 млн. лет назад. Эпицентр взрыва как раз расположен над одним из древних кратеров. Ученый полагает, что газы, сопутствующие нефтяным залежам, и метан, образовавшийся в угольных толщах, копились под плотной покрывкой базальтов и в один прекрасный день вырвались на свободу. Не обошлось, судя по всему, без помощи небольшого землетрясения.

Выброс начался за девять дней до большого взрыва, газы узкой струей устремились вверх в южном направлении. Из-под земли вместе с газами летела пыль, и ветры уносили ее на запад. В верхних слоях атмосферы получился слой аэрозолей, зарядившийся электричеством, он и мог дать роковую «искру». От нее воспламенилась верхняя часть газовой струи, и огненный шар понесся к Земле. В насыщенном кислородом слое атмосферы шар взорвался, ударной волной всколыхнуло землю, и выход газа прекратился.

В районе взрыва бушевал пожар, но в центре остались живые деревья. Возможно, вокруг места, откуда выходил газ, образовался холодный «купол», как в холодильнике, когда фреон проходит по узкой трубке, а потом попадает в большой объем. Любопытно, что местные углеводороды богаты гелием, что вполне могло создать эффект водородной бомбы.

В.Епифанова побудили к созданию новой гипотезы некоторые обстоятельства тунгусской катастрофы, которые не может объяснить «космическая» гипотеза.



Например, не все деревья в эпицентре обгорели. По силе взрывной волны, лучевому ожогу и мутациям сосны и по другим параметрам событие похоже на взрыв водородной бомбы, только без сильной радиации. Траектория движения взорвавшегося тела такова, что вряд ли это был космический корабль или метеорит, вещество которого, кстати, в почве так и не обнаружили. Все эти факты заставили ученого подумать о земной природе взрыва, тем более что такие догадки неоднократно делали исследователи в разные годы. Так, в середине 80-х годов новосибирский геолог А.А.Растегин указывал на то, что эпицентр тунгусского взрыва как раз приходится на крупное скопление газов.

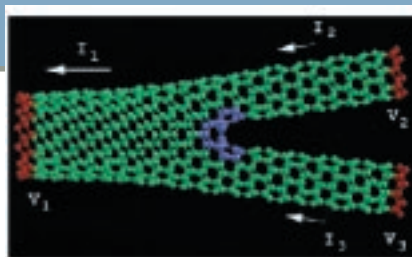
НАНОТЕХНОЛОГИИ

Нанотрубка в форме вилки

Два года назад канадские физики вырастили углеродные нанотрубки в форме вилки, но мало кто знает, что такую структуру предсказал российский физик Леонид Чернозатонский. Он и его американские коллеги недавно рассчитали уникальные проводящие свойства «нановилки» — она работает как диод и как стабилизатор тока.

Перспективное для мировой промышленности направление — создание материалов с помощью нанотехнологий. Чтобы сделать такой материал, где на счету каждый атом, нужно сначала сконструировать его теоретически. Этим и занимается профессор Л.Чернозатонский из Института биохимической физики РАН — признанный в научном мире «наноархитектор». Десять лет назад он придумал углеродную нанотрубку в форме вилки. Через восемь лет канадские физики наконец научились выращивать такие Y-нанотрубки в большом количестве. А в прошлом году они обнаружили в них эффект выпрямления тока. Как же объяснить необычные проводящие свойства этой структуры? Слово опять за «наноархитектором».

Материал с заданной структурой выращивали следующим образом. Взяли слой алюминия и нагревали его, меняя температуру, в результате чего в веществе образовывались наноканалы разной глубины. Потом образец поместили в нагретый реактор с углеводородным газом, установив предварительно в каналах крошечные металлические катализаторы, отчего по дырочкам стали расти нанотрубки, но не прямые, а в форме



латинской буквы «игрек». Как показал недавно Л.Чернозатонский с коллегами, такие вилообразные нанотрубки работают как диоды. Если приложить отрицательное электрическое напряжение к «ручке» вилки и увеличить его, то ток через нее будет быстро нарастать, тогда как при положительном значении напряжения он вообще отсутствует — «дверка» из дефектов в структуре вилки пропускает ток только в одну сторону! Y-конструкция из обычных проводников, например из металлической проволоки, при изменении знака напряжения так себя не ведет.

Если к одному «зубцу» нановилки подать управляющее напряжение, то «дверка» приоткроется и ток пойдет, но его величина не будет зависеть от значения основного напряжения — так в Y-диоде происходит стабилизация тока.

Теперь, когда стало ясно, как управлять током в вилообразных нанотрубках, они быстро найдут свое применение в электронной промышленности.

ЭКОЛОГИЯ

Земля теряет кислород

Парниковый эффект и повышение концентрации углекислого газа — вот что приходит в голову большинству людей, когда речь заходит о газовом составе атмосферы. Современное индустриальное общество слишком много сжигает. Однако ученые из Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН убеждены, что самый пагубный результат техногенного выжигания — потеря атмосферного кислорода.

Кислород в земной атмосфере — результат фотосинтеза. Используя солнечную энергию, обладатели хлорофилла синтезируют органическое вещество из воды и углекислого газа и при этом выделяют кислород. За полтора миллиарда лет, прошедшие со времени возникновения фотосинтеза, в атмосфере и океане скопилось примерно $1,5 \cdot 10^{15}$ тонн кислорода. В атмосфере кислорода в 170 раз больше, чем в воде, но основной его поставщик — океан. Там не только образуется львиная доля кислорода, но и созданы условия, которые позволяют этому газу насыщать атмосферу. Кислород не сразу стал накапливаться. Это сильный окислитель, и первые 500 млн. лет после возникновения фотосинтеза он лишь окислял все, что было возможно: атмосферные газы, железо из морской воды, скудные запасы органики. Вообще, если бы все органическое вещество, образованное в результате фотосинтеза, вновь полностью окислялось, на это уходил бы весь выделенный кислород. Но кислород все же накапливается в атмосфере, и вот почему.

Большая часть органического вещества (а до появления наземной растительности — вся органика) синтезируется в океане. Кислород плохо растворяется в воде и уходит в атмосферу, а часть органического вещества выпадает в осадок и остается неокисленной. В древности этот процесс шел интенсивнее, чем сейчас, потому что в океане было меньше едоков. Кроме того, климат в некоторые периоды был очень теплым. Средняя температура воды составляла 15–20°, а чем теплее вода, тем хуже растворяются в ней газы: древние глубины были бедны кислородом. Большинство органических отложений в конце концов «сгорает» в земных глубинах, но кое-что остается в виде угля, торфа, нефти и газа. Кислород, не истраченный на их окисление, и составляет тот избыток, который насыщает земную атмосферу.

Однако сейчас индустриальное мировое сообщество интенсивно расходует этот запас. За счет выжигания природного ископаемого топлива в атмосферу поступа-

ет ежегодно примерно $3-4 \cdot 10^9$ тонн CO_2 . На образование этого объема углекислоты уходит $2,6 \cdot 10^9$ тонн атмосферного кислорода в год, что в 1600 раз превышает среднегодовой темп образования в океане «избыточного» кислорода (1,6 млн. тонн). Отсюда следует, что современная цивилизация приостановила идущий с незапамятных времен процесс насыщения земной атмосферы кислородом.

По подсчетам московских океанологов, при нынешних темпах техногенного выжигания содержание углекислого газа в атмосфере возрастет вдвое (до 0,07%) не ранее чем через 500 лет. При этом средняя приземная температура повысится не более чем на одну сотую градуса. Однако за это время содержание кислорода в земной атмосфере должно снизиться примерно на 10%. Такая судьба атмосферы представляется ученым более тревожной, чем парниковый эффект от углекислого газа.

ЭКОЛОГИЯ

Невидимый враг биосферы

Трихлоруксусная кислота — так называется вещество, которое образуется из промышленных газов, содержащих хлор, и, возможно, оказывает определяющее воздействие на биосферу. Ученые из Института физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН в сотрудничестве с зарубежными коллегами исследовали содержание опасного соединения в лесах Европейской части России. Работа выполнена в рамках проектов Сорегнис при поддержке РФФИ.



Возможно, в скором времени в экологический обиход войдет еще одна неприятная аббревиатура. С 1997 года ИФА РАН вместе с Центром исследований окружающей среды (Германия), Институтом метеорологии и геофизики (Австрия) занимается поиском на территории России ТХК, или трихлоруксусной кислоты, повышенные концентрации которой в Западной Европе и других регионах мира беспокоят экологов. Пока высокое содержание токсичного вещества обнаружено лишь на западе Кольского полуострова и на севере Калмыкии.

За время работ ученые проанализировали содержание ТХК в десятках проб из разных регионов Европейской части России, в том числе из Подмосковья. Вопреки ожиданиям, максимальные концентрации опасного вещества обнаружены не в центре страны, а в сравнительно удаленных от промышленных городов районах. Как показали исследования, ТХК присутствует везде, но в опасных количествах лишь там, где атмосфера загрязнена хлорорганическими соединениями и обладает высокими окислительными свойствами. Очень незначительно содержание токсиканта на Северном Кавказе, в районе Кисловодска. А над севером Калмыкии он в избытке по той причине, что район со всех сторон окружен источниками хлорсодержащих веществ. Это шахты Донбасса на западе, газоперерабатывающие предприятия Астрахани на юго-востоке, промышленный Волгоград и отстойники загрязненных вод на севере.

Любопытна ситуация на Кольском полуострове. Ученые предполагали найти максимум ТХК у Мончегорска, известного своим горно-обогатительным комбинатом. Однако больше всего кислоты нашли не к востоку от комбината, куда направлены господствующие ветры, а к западу, ближе к финской границе. По мнению специалистов, виной тому целлюлозно-бумажные комбинаты экологически благополучной Финляндии, всю использующие хлор при производстве бумаги. Очень низкие концентрации ТХК нашли в Подмосковье под Звенигородом. Однако, как считают ученые, этих данных недостаточно для однозначных выводов и радоваться преждевременно, поскольку во время наблюдений ветер дул в направлении Москвы и влияние загрязненного столичного воздуха было минимальным.

Трихлоруксусная кислота образуется в атмосфере в химических реакциях с участием некоторых хлорорганических соединений, которые широко используют в промышленности для очистки и обезжиривания материалов. Повышенная концентрация ТХК в приземном воздухе вредит растениям и животным. Это особенно заметно в регионах с неблагоприятными климатическими условиями: в степях, полупустынях, северных и высокогорных территориях.

«Особенность ТХК в том, что при малых концентрациях она повышает жизнедеятельность растений, выступая в роли своеобразного допинга, — говорит старший научный сотрудник ИФА РАН Л.Лисицына. — Однако при достижении некоторого порога ее воздействие становится сугубо негативным: устьица листьев закрываются, обмен веществом с окружающей средой становится хуже и растение переходит в угнетенное состояние».

Ученые полагают, что синтез ТХК происходит как в воздухе, так и на водяных каплях — в облаках и поверхностных водах. Кислота не может долго находиться в газообразном состоянии и вместе с туманом и дождями осажается на растениях и почве. Сколь велик эффект ТХК, ученым еще предстоит уточнить. Зачастую отрицательное влияние кислоты маскируется другими, более очевидными угнетающими факторами, например нехваткой влаги или тепла, и главную роль в страданиях растений отдают именно им. Но вполне вероятно, что повсеместно распространенное токсичное вещество активно влияет на газообмен растений с атмосферой. В масштабах планеты это грозит изменением климата.

Пока исследования ТХК крайне немногочисленны, ведь методика ее определения уникальна. Чтобы как-то сопоставить концентрацию соединения в разных географических условиях, ученые разработали целую систему. Сначала отбирают образцы широко распространенных растений. Как правило, это сосна и польнь. В дальнейшем субстрат, получаемый из иголок либо листьев, исследуют методом хроматографии. По содержанию ТХК в растениях и с учетом данных по химическому составу воздуха и метеопараметров рассчитывают, в каких количествах кислота образуется в атмосфере.

В июле завершилась очередная экспедиция по южным регионам России. Ученые отобрали очередную партию иголок и листьев, провели исследование газового состава атмосферы и метеорологических условий. Что выявит химический анализ, покажет ближайшее время.

РАДИОБИОЛОГИЯ

Радиация съедает фосфор

Под влиянием облучения изменяется элементный состав органов и тканей, особенно сильно снижается содержание фосфора — к таким выводам пришли ученые из Института химической физики РАН. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ.



Исследователи облучали подопытных мышей на рентгеновской установке, где животные получали дозу радиации в 7,5 Гр. После этого их печень, почки, легкие и селезенку подвергали атомному эмиссионному анализу, чтобы определить содержание различных химических элементов. То же самое производили и с группой контрольных, необлученных мышей.

Первое, на что обратили внимание исследователи, — у подопытных мышей по сравнению с контролем во всех органах стало меньше фосфора. Уменьшение было довольно значительным — на 20–40% от нормы. Содержание других элементов также менялось. В печени снижалось количество марганца и повышалось количество цинка, молибдена, алюминия и свинца. В почках было меньше меди, магния, марганца и серы, но больше свинца. В легких недоставало кобальта, железа и марганца. Самые сильные изменения произошли в элементном составе селезенки. Здесь была наибольшая нехватка фосфора, мало магния и кобальта, но слишком много железа, цинка, алюминия и свинца. Увеличение содержания железа в селезенке объясняется разрушением эритроцитов под действием облучения, в результате чего в крови появляется много внеклеточного железа.

Обращает на себя внимание то, что почти во всех органах становится меньше жизненно необходимых элементов (за исключением железа в селезенке) и больше — токсичных. Кроме того, во всех органах изменилось соотношение различных элементов, как говорят ученые, нарушились корреляционные связи. Иногда нормальные связи между элементами заменяются на другие: чем больше в почках нужно им, например, цинка, тем больше там токсичных алюминия и свинца. То

же происходит с медью в селезенке: она теряет связи с полезными элементами магнием, молибденом, фосфором, серой и цинком и приобретает связи с ядовитыми алюминием, кадмием и свинцом.

Все это говорит о том, что под влиянием радиации в биохимии организма происходят существенные сдвиги. Нехватка фосфора вызывает наибольшую тревогу, поскольку он играет очень важную роль в энергетических процессах клеток, ведь окислительное фосфорилирование — важнейший элемент клеточного дыхания. Биохимия фосфора тесно связана с ионами двухвалентных металлов. Что касается самих ионов металлов, то они входят в состав различных ферментов, которые также необходимы для окислительных реакций.

Ученые полагают, что выявленный макро- и микроэлементный дисбаланс в селезенке, печени, почках и легких можно считать одним из критериев лучевого поражения организма.

ФИЗИОЛОГИЯ

Кролик под гипнозом

Если кролику насильно придать определенную позу, он впадает в состояние «животного гипноза». Что происходит при этом с мозгом зверька? Ответ на этот вопрос нашли российские физиологи из Института высшей нервной деятельности РАН.



Только в гениальной сказке для взрослых «Кролики и удавы» Фазиля Искандера кролики впадают в гипноз под пристальным, немигающим взглядом удава. Но ввести кролика в гипноз можно гораздо более простым способом — насильственно придать ему определенную позу. Физиологи называют это «животным гипнозом», или иммобилизационной

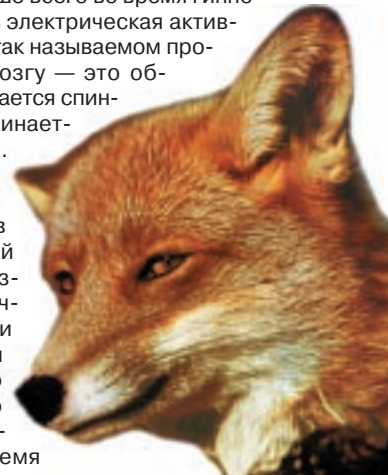
кататонией. О том, что происходит в мозгу во время гипноза, было неведомо ни самим кроликам, ни их заклятым врагам, зато теперь это знают в Институте высшей нервной деятельности РАН.

Ученые работали с кроликами породы шиншилла. Сначала животных обездвигивали, привязав к специальному станку. Затем пленников отвязывали и фиксировали их в положении на животе, надавливая руками на холку и крестец. После того как кролика удерживали таким образом полторы-две минуты, он впадал в гипнотическое состояние — находился в полной неподвижности в неестественной для себя позе и ни на что не реагировал в течение от 5 до 45 минут. Это и называется «животным гипнозом».

Во время эксперимента исследователи регистрировали электрическую активность разных областей мозга кроликов под гипнозом, а потом анализировали результаты с помощью компьютера. Вот что они увидели. Больше всего во время гипноза изменялась электрическая активность мозга в так называемом продолговатом мозгу — это область, где кончается спинной мозг и начинается головной. Причем изменяется она несимметрично в правой и левой половинах мозга. Если в обычном состоянии электрическая активность что справа, что слева — одинакова, то во время гипноза она усиливается в левой половине.

Вероятно, там находится «центр» гипноза. Анализ показал, что увеличение идет главным образом за счет медленных волн (частотой 3–4 Гц) с высокой амплитудой (такие волны распространяются по мозгу во время сна). Возникает ярко выраженная левосторонняя асимметрия, нарушается синхронность ритмических колебаний правой и левой половины. В то же время в коре головного мозга, в зоне, отвечающей за ощущения и движения, все происходит наоборот — электрическая активность увеличивается справа.

Такие существенные перестройки в уровне электрической активности и внутримозговых связей и приводят к тому, что кролик ни на что не реагирует и не может даже шевельнуть лапкой. Бери и глотай!



«Государство, которое не хочет кормить своих ученых, будет кормить чужих»

*Выступление
вице-президента РАН,
директора Института
нефтехимического
синтеза им. А.В.Топчиева,
академика Н.А.Платэ
на открытии Второй
международной
научно-практической
конференции
«Московская наука —
проблемы
и перспективы»
4 июля 2002 года*

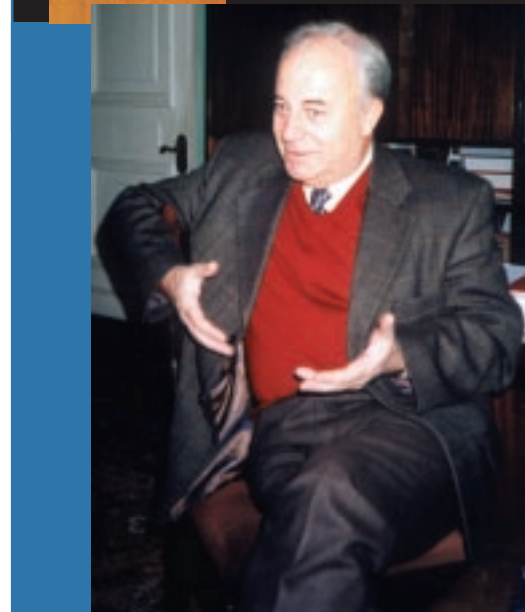
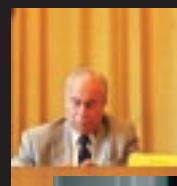
Ни одна отрасль промышленности не существует без того, чтобы в ее основе не лежали достижения фундаментальных наук. В общем-то это утверждение тривиально, и никто его вроде бы не оспаривает. Есть много примеров превращения фундаментального знания в технологии. Вот лишь некоторые из них. Теория деления ядер, начало XX века. Это фундаментальное открытие через несколько десятилетий привело к использованию внутренней энергии ядра как оружия и как источника тепловой и электрической энергии. Уравнения Максвелла, конец XIX века — основа для всей последующей электротехники и электроники. Лазер и мазер, открытые в середине XX века, — основа современной квантовой электроники. Из теплового цикла Карно, начало XIX века, вышли все тепловые машины.

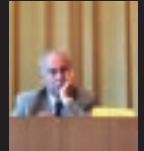
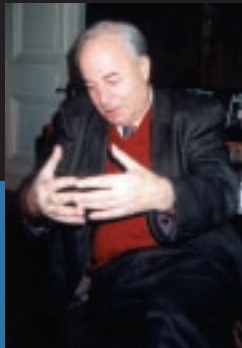
А вот несколько более свежих примеров. Чисто математические выкладки из теории вариационного исчисления, сделанные много лет назад академиком Л.С.Понтрягиным, нашли применение для оптимизации поиска формы и размеров механических объектов. На этом принципе сейчас построена вся система управления космическими объектами. Когда мы учились в институтах, казалось, что квантовая теория — это нечто красивое, но абстрактное, к реальной жизни никакого отношения не имеющее. И вот шесть лет назад в Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе создали квантовые точки — островки

из атомов, которые меняют свойства окружающей их подложки. Эти точки ученые не только научились создавать, но и разработали на их основе новое поколение микроэлектроники. Так абстракция начинает превращаться в жизнь. Еще пример — теорема Уиттекера—Котельникова. В начале XX века они доказали, что непрерывную функцию можно разложить на ряд ступенчатых функционалов. Казалось бы, здесь чистая, отвлеченная математика, но без нее невозможна современная радиосвязь — эта теорема лежит в основе принципов кодирования и считывания сигналов. Полимерные жидкие кристаллы тоже были совершенно абстрактной вещью, когда российский ученый В.А.Каргин предсказал их существование в тридцатых годах. Но спустя двадцать лет оказалось, что такие вещества действительно существуют, а сейчас все полицейские мира ходят в бронежилетах, построенных на основе из полимерных жидкокристаллических волокон. Фемтосекундная спектроскопия, открытие, отмеченное Нобелевской премией два года назад. Ученые не только получили возможность наблюдать события, которые длятся 10^{-15} доли секунды. Они теперь могут управлять элементарными актами химической реакции, например состоянием действующего центра частицы катализатора. Я думаю, не пройдет и восьми лет, как фемтосекундные лазеры дадут огромный толчок химической промышлен-

ности. И этот список можно продолжать.

Словом, любой человек интуитивно понимает, что фундаментальная наука нужна. Вместе с тем общество и власть, особенно в последние годы, перестали обращать внимание на состояние дел в этой важнейшей области. В чем главная проблема? Фундаментальная наука отличается от инженерии, экономики, технологии и промышленности. Во-первых, открытия нельзя предсказать или спланировать. Результат же исследования часто получается совсем не таким, какой ожидают. Во-вторых, в этой области знания, именно в силу непредсказуемости результатов, нельзя построить систему объективных приоритетов — вот этим заниматься надо сейчас, а с этим давайте подождем. Среди многочисленных историй о попытках предугадать ход развития науки есть такая. В 1938 году германские ученые опросили 5000 научных сотрудников Европы. Они хотели выявить направления эпохальных прорывов, которые произойдут спустя четверть века. Среди предсказаний не было ни лазеров, ни полупроводников, ни ядерной энергии. Получается, что если сегодня мы думаем «так», то это вовсе не значит, что «так» будет завтра. Практические результаты от получения новых знаний появляются через много лет. Поэтому тот, кто хочет немедленной выгоды, фундаментальные исследования не поддерживает. Совершенно бессмысленно пытаться оценить, как это





ДОКУМЕНТ

Фундаментальная наука — это сообщество сильных личностей, которые создают вокруг себя уникальную духовную атмосферу, которая распространяется на все общество

делают ретивые чиновники, сколько именно в денежном выражении даст исследовательская работа того или иного института. Мы все чаще сталкиваемся с вопросом: а сколько вы принесете, если бюджет вам отпустит столько-то денег? Чиновникам надо раз и навсегда уяснить: мы, ученые, приносим знания, а они бесценны. Недавно натюрморт «Подсолнухи» Ван Гога был продан на аукционе за двадцать миллионов долларов, тогда как сто лет назад у его картин почти не было рыночной стоимости. А ведь что такое красивое открытие в фундаментальной науке? Оно сродни шедевру Леонардо или Микельанджело: такой же результат индивидуального мастерства, ценность которого становится ясной много позже.

Кто-то из великих сказал: «Государство, которое не может накормить собственную армию, будет кормить чужую». Это полностью относится к науке: страна, которая не кормит своих ученых, кормит чужих. Причем не только кормит, но и выкармливает: студенты и аспиранты, выученные российскими учеными, уезжают из страны, в которой не могут прожить на зарплату, и там, за рубежом, воплощают свой потенциал в продуктах высоких технологий. Я с горечью вспоминаю одного из лидеров демократической России Егора Гайдара. В начале девяностых годов в Санкт-Петербурге, встречаясь с работниками промышленности, он на вопрос: «Как же теперь быть с наукой, впавшей в полную нищету?» дал такой ответ: «Ну, сла-

ва Богу, ученые наконец начнут думать, как зарабатывать деньги. Пусть три дня делают науку, а три дня зарабатывают». И это руководитель правительства! К сожалению, и теперь есть много руководителей, придерживающихся таких мыслей.

Сегодня очень важно всем нам, и прежде всего обществу, решить — кто мы есть и кем хотим стать к 2010 году. Здесь есть варианты. Либо Россия что-то вроде Танзании, то есть страны со сравнительно приличным уровнем жизни, поддерживаемым экспортом сырьевых продуктов: нефти, газа, леса, и — наша особенность — интеллектуального потенциала. Либо мы пусть не сверхдержава, но великая самодостаточная страна, с которой считаются и которая может обеспечить себе любую безопасность. Если мы выбираем второй путь, то это должно быть четко сказано, и не только сказано, но и поддержано всеми государственными системами. Тогда фундаментальная наука станет одним из главных приоритетов. Поскольку финансовые возможности сегодня уменьшены по сравнению с СССР, то, видимо, надо обязательно помогать тем научным школам, где мы сильны и можем лидировать в мировой науке. Надо также иметь достаточно хорошее образование, чтобы вовремя перебросить ресурсы на то научное направление, где намечается прорыв. К счастью, пока мы занимаем ведущее положение в целом ряде

областей, хотя их число уменьшается. Образно говоря, на часах уже двенадцать без пяти.

Фундаментальная наука — это сообщество сильных личностей, которые создают вокруг себя уникальную духовную атмосферу. Эта атмосфера не замыкается рамками научной школы, но распространяется на все общество и способствует мобилизации сил человека в области духовного начала. Ведь, как правило, сообщество ученых не только высокопрофессионально, но и обладает высокими запросами. И вокруг великих ученых всегда формируются круги интеллигенции. Можно привести пример крупнейших американских компаний, таких, как «Форд» или «Белл лабораториз». Они содержали и содержат в своем штате ученых первого класса в области фундаментальных наук, не требуя, чтобы они хоть что-то давали автомобильной или телефонной промышленности. Лучшие в мире теоретики по спектроскопии ЯМР работают именно там. Я спрашивал у одного из них: «Как же ты помогаешь компании своими знаниями?» — «Да никак, ну разве что дам две-три консультации в год», — таким был ответ. Но то, что в научном центре компании первоклассные ученые занимаются фундаментальными исследованиями, резко поднимает уровень всех остальных сотрудников, которые ведут прикладные работы.

Уровень фундаментальной науки в стране определяет и качество обра-

зования. Большой конкурс 2002 года в вузы, которые дают глубокую подготовку по фундаментальным дисциплинам, свидетельствует: спустя десять лет после развала СССР молодым людям стало ясно — независимо от того, будут ли они после окончания института работать в науке или нет, хорошее фундаментальное образование облегчит им работу в бизнесе. Многие наши преуспевающие бизнесмены в свое время учились на химиков и физиков.

Мораль — фундаментальную науку в Академии наук, вузах и других учебных заведениях должно поддерживать государство. Никто другой не сможет это делать. Есть некая роковая российская особенность: имеется хорошая наука, довольно долго существовала неплохая промышленность, однако наладить связь между ними не удается. Чтобы все это заработало, нам не хватает, видимо, денег и специальной инфраструктуры. Если взять затраты на фундаментальную работу за единицу, то опытно-конструкторская разработка стоит в десять раз больше, а полноценная промышленная установка — уже в сто раз. Этих денег и не может быть у научного института. Но и предприятие не хочет финансировать работу, которая совершенно необязательно даст положительный результат. Более того, никто и никогда не возьмет деньги на научную работу под 35% годовых, как это сейчас предлагают банки. Вот тут-то государство и должно вмешаться, создать достойную систему финансирования, регулировать ставки кредита и налоги. Нигде в мире не берут налоги с предприятия, пока оно осваивает новую продукцию. А у нас берут, лишая предприятия последнего стимула к внедрению технологий. Есть противоречия и в законодательстве об интеллектуальной собственности: бюрократы хотят присвоить себе результаты труда ученого, даже если профинансировали его из бюджета на 20%. При этом они забывают, что создание изобретений — это право, а не обязанность ученого. Вот когда государство и общество решат и финансовые и законодательные проблемы, тогда путь от граммовых количеств вещества и прототипов приборов к реальной экономике нашей страны станет короче.



О ЗНАЧИМОСТИ науки

Речь премьер-министра
Великобритании
господина Тони Блэра
в Королевском обществе
Великобритании
23 мая 2002 года



Вступительная часть

Когда в 1660 году 12 человек основали Королевское общество, все научные знания могли поместиться в голове одного образованного индивидуума. По существу, такое положение дел сохранялось на протяжении почти двух веков. Лишь в 1847 году было решено ввести ограничение, в соответствии с которым членами Королевского общества могли становиться только профессиональные ученые.

Однако в прошлом столетии, и особенно в течение последних 50 лет, темпы развития научных знаний стали настолько высоки, что даже лучшие представители науки уже не в состоянии уследить за открытиями, совершаемыми за пределами их собственной дисциплины. Выросли масштабы научных изысканий, наука стала глобальной, а полученные ею результаты быстрее приходят в нашу жизнь. Глядя на великие достижения последних лет, люди склонны полагать, что все основные научные проблемы уже решены и осталось лишь заполнить незначительные пробелы. В действительности же мы стоим на пороге новых научных открытий, которые продвинут человечество далеко вперед в его развитии.

Разумеется, я отдаю себе отчет в том, что ученые способны гораздо глубже, чем я, объяснить проблемы, над решением которых работает наука. Но я хотел бы поговорить о потенциальных возможностях нынешней эпохи по трем основным причинам.

Во-первых, наука является ключевым условием процветания нашей страны в будущем. Во-вторых, научная деятельность порождает серьезные вопросы морального характера и вытекающие из них сложные практические задачи, которые при неверном подходе могут вызвать предубеждение против науки, а это, я считаю, нанесет нам тяжелый урон. В-третьих, плоды науки могут быть использованы лишь через возрождение социального контракта между наукой и обществом на основе правильного понимания целей, которые наука стремится достичь.

Ощущение необходимости этого выступления появилось у меня некоторое время назад. Любопытно, что последней каплей стала моя январская поездка в Бангалор. В этом индийском городе я встречался с группой ученых, которые сотрудничали с коммерческими компаниями, работающими в области биотехнологий. Они прямо заявили: «Европа сдала свои позиции в науке, мы одним прыжком обгоним вас, а вы не сможете использовать свой шанс».



Они считали просто удивительным, что в нашей стране и в других европейских странах ведутся дебаты по вопросам генетической модификации. Они считали также, что мы полностью раздавлены противниками генетической модификации, которые использовали эмоции, чтобы победить здравый смысл. Кроме того, они полагают, что у нас отсутствует политическая воля отстаивать настоящую науку. Я думаю, что если мы не обеспечим лучшего понимания науки и ее роли, то они могут оказаться правы.

Позвольте начать с самого трудного в политике — с чувства меры. В критических высказываниях в наш адрес уже звучала мысль о том, что, поддерживая науку, мы хотим передать управление миром «доктору Страннолюбу» и променять мораль на холодную и бездушную идеологию пробирки, апологетами которой являются ученые. Наука — это всего лишь знания. А знания могут использовать недобрые люди для достижения недобрых целей. Наука не заменяет суждений морали. Она лишь расширяет контекст знаний, в пределах которого выносятся такие суждения. Наука позволяет нам достигать большего, однако не говорит нам, является ли это большее хорошим или плохим. Наука сама не застрахована от ошибок. Теории меняются. Знания развиваются и могут приходиться в противоречие с существовавшими ранее представлениями.

Все это так, однако подобные соображения не должны останавливать

научную деятельность, поскольку она дает нам факты. При этом в каждом поколении есть люди, считающие, что факты могут сбить нас с пути, ввести нас в искушение творить зло. И эти люди отчасти правы. Достижения науки увеличивают нашу способность делать зло, поскольку растут наши технические возможности. Примером тому служит ядерное оружие. Однако отказ от ядерного синтеза — не решение. Решение состоит в том, что в условиях развития науки нам необходимо укреплять свой моральный стержень, быть мудрее и, наконец, глубже анализировать открывающиеся возможности, чтобы творить добро, а не зло. И мы видим, что более высокая мораль идет рука об руку с более совершенной наукой.

Но в чем вообще значение науки для нашего экономического и социального будущего?

Современное состояние науки

В нашем мире есть множество серьезных, опасных и трудных проблем. Однако я считаю, что научные открытия — это одни из самых замечательных событий в современном мире.

Биологические науки сегодня по праву находятся в центре внимания и вызывают восхищение. Вместе с тем физика, а также родственные ей науки продолжают идти вперед семимильными шагами. При этом все сильнее становится взаимозависимость наук, изучающих живой мир, с науками, изучающими мир неживой.

Невероятно велик потенциал исследований, ведущихся в рамках нанодисциплин, изучающих способы манипулирования отдельными атомами и создания устройств на таком уровне. В результате этих исследований создаются нанотехнологии, подводящие нас к пределам миниатюризации. Программируемые и управляемые микророботы позволяют врачам проводить лечебные и восстановительные процедуры в человеческом организме на клеточно-молекулярном уров-

не. Авторы прогнозов говорят об аппаратах размером с клетку, которые будут способны, например, выявлять и уничтожать раковые клетки в организме. Наноаппараты могут быть нацелены на бактерий и других паразитов, чтобы одерживать победы над туберкулезом, малярией и устойчивыми к антибиотикам бактериями.

На прошлой неделе я присутствовал на демонстрации результатов новаторской работы по светоизлучающим полимерам, выполняемой в Кембридже. Вы только представьте себе тонкий и гибкий лист пластика, покрытый гибкими полупроводниками! Технологические прорывы такого рода способны привести к появлению новых отраслей и изделий, которые мы даже не в состоянии вообразить. Показательно, что такого рода работа может быть выполнена только в результате сотрудничества физиков, химиков, материаловедов и инженеров.

Далее, одной из самых актуальных и сложных проблем являются климатические изменения. Ее решение не под силу одной науке. Тем не менее вселяют надежду британские разработки в области совершенствования солнечных батарей, технологий водородных топливных элементов и создания более эффективных методов использования энергии приливов и морских волн. Задумайтесь, например, над тем, что в нашей стране энергия приливных волн, если ее удастся обуздать, превысит наши сегодняшние потребности в десять раз. В свою очередь, технологии использования водорода способны привести к созданию средств транспорта с нулевыми выбросами загрязняющих веществ. Ученые и инженеры, которые разрабатывают эти технологии, стремятся осуществить мечту о чистых и безопасных городах, избавленных от вредного воздействия обычных машин на качество воздуха и здоровье человека.

Особенно примечательно, что чрезвычайно сложные фундаментальные явления перестали быть непреодолимыми препятствиями в работе ученых.



Соединив огромную мощь современных компьютеров, способность инженеров конструировать и создавать необычайно сложные автоматизированные приборы для получения новых данных и силу научных знаний, накопленных за прошедшие столетия, наука раздвинула свои границы и теперь способна детально изучать сложнейшие явления, от генома до глобальных климатических процессов на нашей планете. Прогностическое моделирование климата осуществляется на период до конца текущего столетия и даже дальше, и здесь ведущая роль в мире принадлежит нашему «Хадли-Центру».

Зарождающаяся сфера электронной науки приведет к революции в работах такого рода. Показательно, что Соединенное Королевство стало первой страной, создавшей Электронную сеть национальной науки, которая делает доступ к вычислительным ресурсам, хранилищам научных данных и экспериментальным площадкам столь же легким, как и доступ к информации, обеспечиваемый Интернетом. Один из пилотных проектов электронной науки — разработка цифрового архива маммографических данных, а также интеллектуальной системы обеспечения принятия медицинских решений при диагностике и лечении рака груди. Отдельная клиника не может позволить себе суперкомпьютер, однако с помощью Электронной сети она может купить себе необходимое машинное время. Благодаря этому хирург в операционной

сможет получить маммограмму высокого разрешения и точно установить местонахождение опухоли.

Мы уже пользуемся многими плодами биомедицины. В эпоху Шекспира средняя продолжительность жизни в Британии составляла всего 30 лет. Даже к 80-м годам девятнадцатого века средняя продолжительность жизни рабочего класса была менее 40 лет из-за недостаточного питания. Сегодня ожидаемая продолжительность жизни новорожденных составляет почти 80 лет, и многие из нас могут рассчитывать сохранить здоровье до 80, 90 и даже 100 лет. Столь значительный прогресс во многом — прямой результат достижений медико-биологических наук и улучшения питания.

Вступая в эпоху, которую сэр Пол Нёрс назвал «эпохой после генома», мы можем ожидать огромных перемен в сфере здравоохранения. Некоторые заболевания напрямую связаны с наличием или отсутствием определенных генов или их комбинаций. Новая отрасль фармакогеномика в огромной степени повысит эффективность лекарственных препаратов. Лекарства будут изготавливать с учетом генетических особенностей конкретного пациента.

Заглядывая в более отдаленное будущее, мы теперь можем рассчитывать на то, что врач, взяв мазок с внутренней стороны щеки пациента и поместив несколько клеток в аппарат секвенирования ДНК, получит на экране компьютера полную расшифровку вашего уникального генетического кода, все 30 тысяч генов, которые делают вас самим собой. В этой расшифровке врачи смогут выделить дефектные гены и генетические продукты, дать прогноз, какие болезни могут развиваться у вас, за годы до появления первых симптомов и подсказать, как вы можете эти болезни предотвратить. По мере развития научных знаний мы, вероятно, сможем даже изменять судьбу отдельных клеток, что означает прорыв в лечении таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера, диабет, болезнь Паркинсона и рак.

Наш уникальный ресурс в этой сфере — Национальная служба здравоохранения. При соблюдении требований конфиденциальности генетической информации, имеющих чрезвычайно большое значение, наша национальная государственная система здравоохранения позволит собрать полный набор данных, необходимых для того, чтобы прогнозировать возникновение различных заболеваний,

а затем принять меры для профилактики.

Все, о чем я говорил, уже находится в работе в лабораториях Великобритании и других стран. Однако самое замечательное в науке то, что она создает возможности, о которых до их появления никто и не мечтал. Ведь всего десять лет назад исследователи физики элементарных частиц решили придумать способ эффективного обмена информацией. Для достижения такой на первый взгляд простой цели Тим Бернерс-Ли изобрел Всемирную паутину. Этот пример ярко демонстрирует скрытую силу науки. Мы пользуемся различными устройствами, даже не задумываясь о том, что они сотворены наукой. В случае Всемирной паутины физики-исследователи элементарных частиц создали великую демократическую, уравнивающую всех силу.

Особое положение Великобритании

Итак, что же все это может означать для благосостояния и процветания Великобритании в будущем? К счастью, у нас есть давняя научная традиция, о которой, пожалуй, лучше всего рассказывает история Королевского общества. Работы Ньютона, одного из бывших президентов общества, и Дарвина имели эпохальное значение для человеческой цивилизации. И возможно, эти представители Великобритании вместе с Шекспиром внесли наибольший вклад в развитие человеческой цивилизации. Я хотел бы также назвать Фарадея, Томсона, Дирака, Крика, Перуца, Нёрса и многих других.

По любым меркам наши показатели являются выдающимися. При численности населения 1% наша доля в мировом финансировании науки составляет 4,5%, мы даем 8% научных работ, и в 9% случаев на наших ученых ссылаются. За последние 50 лет Великобритания дала миру 44 нобелевских лауреата, больше, чем любая другая страна, кроме США. Однако эта статистика скрывает проблему, существование которой мы должны признать. За последние 20 лет награды удостоились лишь восемь из этих лауреатов. Мы слишком долго полагались на традиции и чувства как средства поддержки наших ученых. Нам необходимы мощное финансирование и мощная общественная поддержка, а не только теплый свет наших традиций. Мне не хочется, чтобы наш следующий нобелевский лау-

реат мог повторить слова Тима Хан-та, который в прошлом году на пике своего нобелевского триумфа рассказал о том, как ему и его коллегам пришлось скинуться, чтобы купить телефонный аппарат для своей лаборатории.

Когда нынешнее правительство пришло к власти, наука переживала затяжной и губительный период скудного финансирования и полного отсутствия внимания к ее нуждам. Все больше ученых уезжали за рубеж для продолжения своих исследований; наши лаборатории находились в удручающем состоянии, а совершенно невразумительные политические действия по урегулированию кризиса, вызванного коровой губчатой энцефалопатией, отражали растущее недоверие к науке и ученым.

Наше правительство приняло ряд решительных мер для улучшения финансирования науки. В 1998 году при частичном рассмотрении расходной части бюджета мы увеличили ассигнования на науку на 15%, что стало самым значительным увеличением по сравнению с другими статьями расхода. При рассмотрении расходной части бюджета 2000 года мы пошли еще дальше, и благодаря этому сегодня бюджетные ассигнования на науку растут на 7% в год в реальном исчислении. В рамках этого увеличения и благодаря весьма ценному для нас сотрудничеству с «Велкам траст», в течение последних двух лет мы смогли выделить 1,75 млрд. фунтов на реконструкцию научно-исследовательской инфраструктуры.

В этой работе важны не только деньги. Аттестация исследовательских проектов и тысячи интенсивно работающих ученых, откликнувшиеся на эту инициативу, позволили добиться отличных результатов и поднять качество исследовательской работы в университетах. Однако мы отдаем себе отчет в том, что нужно сделать гораздо больше, чтобы поднять науку на мировой уровень, и эта задача будет для нас приоритетной и в предстоящем периоде.

Благодаря этим усилиям мы уже видим повышение качества наших лабораторий, и весьма вероятно, что «утечка мозгов» прекратится и мы сможем говорить уже о «притоке мозгов». В отчете за 2001 год сэр Гарет Робертс отметил, что чистый приток ученых и инженеров в Соединенное Королевство составил около 5000 человек. Однако сделать предстоит еще немало.

С другой стороны, наука — это сфера, в которой как нигде проявляется

глобализация, и здесь Великобритания может и должна играть одну из ключевых ролей. Значительная часть научной работы сегодня ведется в общеевропейском масштабе. Такие проекты осуществляются в Европейской организации ядерных исследований и в рамках работ по исследованию ядерного синтеза, которые ведутся в Кулхаме. Сюда же относятся эксперименты, организованные через Европейское космическое агентство. Типичным для современных исследований стало положение, когда британские ученые работают над решением общей задачи совместно с коллегами из Европы, Америки и Азии. В радиоастрономии, скажем, британские ученые из «Джодрелл Бэнк» принимают участие в сотрудничестве, предусматривающем использование сети антенн, охватывающей Европу, Китай, Австралию и США. Это сотрудничество — пример подлинно глобальной науки, где всем участникам проекта обеспечен свободный доступ к оборудованию и к результатам исследований.

В науке сосуществуют международная конкуренция и международное сотрудничество. Если мы хотим остаться страной-первооткрывательницей, обращенной лицом в завтрашний день, то нам необходимо сохранять свой научный потенциал для работы как самостоятельно, так и в сотрудничестве с учеными из других стран.

Высокотехнологичные отрасли промышленности

Поддержки научных исследований со стороны государства и коммерческих предприятий самой по себе недостаточно. Необходимо, чтобы научные открытия получали прикладное использование в хозяйственной деятельности.

Мы уже занимаем лидирующее положение в таких наукоемких отраслях промышленности, как фармацевтика, авиационно-космическая промышленность, биотехнология и оптическая

электроника. Однако отраслей, в которых могут быть использованы наши достижения мирового уровня, намного больше. Поэтому мы и устанавливаем крепкие связи между университетами и деловым миром посредством конкретных структур, таких, как фонд «Юниверсити челендж», «Линк», «Фарадей партнершипс» и Инновационный фонд высшего образования.

Крупным сдвигам способствуют и инициативы более общего характера. Недавнее исследование показало, что в 1999–2000 годы из стен наших университетов вышли 199 компаний против 70 (в среднем) в год за предыдущие пять лет. С учетом нашей доли в общем объеме исследовательских работ этот показатель выше, чем даже в Соединенных Штатах. Резко выросло и число патентных заявок. И наконец, доля университетских исследований, финансируемых промышленностью, была также выше, чем в Америке.

В Кембриджском научном парке и на прилегающих к нему территориях действуют около 1400 высокотехнологичных предприятий, при этом капитализация крупнейших из них превышает 1 млрд. евро. Научные парки и лаборатории-инкубаторы новых компаний появились и при многих других университетах Великобритании.

Кроме того, мы только что ввели новую отсрочку от уплаты налогов, с тем чтобы эти средства направлялись на исследования и разработки, а значит, инновационные проекты получают дополнительно 400 млн. фунтов, что коснется проектов на общую сумму 11 млрд. фунтов, осуществляемых 1500 крупными компаниями в Соединенном Королевстве.

Самые заметные на общем фоне — биотехнологические разработки. Согласно прогнозам, размер одного только европейского рынка биотехнологической отрасли к 2005 году составит 100 млрд. долларов, а число рабочих мест в биотехнологических и смежных компаниях — ни много ни мало 3 млн. по мере того, как наша отрасль будет догонять американ-



ДОКУМЕНТ

скую, которая по своему размеру в настоящее время втрое превышает европейскую. Сегодня лидерство в Европе принадлежит Великобритании: три четверти лекарств-продуктов биотехнологий, дошедших до заключительных этапов клинических испытаний в Европе, производятся британскими компаниями. <>

Наука и государство

Итак, научный прогресс может принести Великобритании огромную пользу.

Однако именно гигантские масштабы этого прогресса и беспокоят людей. Разумеется, во многих случаях причины для такого беспокойства весьма серьезны. Что касается генетически модифицированных растительных культур, то я не вижу серьезных свидетельств их опасности для здоровья человека. Вместе с тем искреннее и обоснованное беспокойство вызывают вопросы биологической вариативности и переноса генов. Клонирование человека ставит перед нами закономерные вопросы морального характера. Развитие технологий производства вооружений делает наш мир менее безопасным. Впервые в своей истории человечество получило возможность обеспечить себе высочайший уровень благосостояния или полностью уничтожить себя.

Темпы изменений, все новое и неизданное вызывают в людях вполне понятную озабоченность. Люди встревожены тем, что технология приводит к дегуманизации общества. Они обеспокоены тем, что, с их точки зрения, ученые противоречат друг другу и их выводам нельзя доверять, а также тем, что государство, на их взгляд, неспособно должным образом регулировать научный процесс. Иногда беспокойство перерастает в страх, нагнетаемый и некоторыми средствами массовой информации.

Кое-какие из этих опасений новы. Чтобы привести примеры, нам не придется возвращаться к эпохе Галилея. Поначалу люди уничтожали громоотводы, изобретенные Бенджамином Франклином, срывая их даже с церквей, поскольку считали, что они мешают проявлению воли Божьей. Когда вводилась вакцинация против оспы, на улицах происходили беспорядки. Сегодня оспа полностью побеждена. Первые опыты пересадки сердца были восприняты как бесчеловечные и противоречащие природе, однако сегодня опросы общественного мнения показывают, что пересадку сердца считают одним из

самых полезных достижений современной науки.

Иногда науку несправедливо обвиняют за ошибки, сделанные другими. Возьмем для примера бычью губчатую энцефалопатию. В данном случае наука верно определила новую задачу. Американский ученый Стэнли Прузинер стал лауреатом Нобелевской премии за открытие прионов и установление связи между бычьей губчатой энцефалопатией, или коровьим бешенством, и болезнью Креutzфельдта-Джекоба. Однако не наука вызвала распространение этого заболевания, а негодные методы ведения сельского хозяйства и плохое управление.

Правительство должно реагировать на такие опасения и обвинения, принимая меры, направленные на поощрение открытости, гласности и честности. Агентство пищевых стандартов, работающее в сфере, к которой привлечено особое внимание общественности, проводит свои заседания публично и помещает протоколы своих собраний в сети Интернет. Так же делают Комиссия по генетике человека и Комиссия по биотехнологии сельского хозяйства и окружающей среды <>

Важные уроки можно извлечь из того, как мы действовали в связи с обсуждением проблемы эмбриональных стволовых клеток. Сначала мы тщательно изучили научные факты, изложенные в авторитетном отчете главного медицинского специалиста. Далее последовала продолжительная дискуссия, в рамках которой все группы, включая медицинские благотворительные организации, имели достаточно времени, чтобы довести свои взгляды до сведения общественности. После этого состоялось весьма сбалансированное обсуждение в парламенте, итогом которого стал тщательно продуманный и сформулированный закон. В результате мы получили разумное и стабильное правовое поле, регулирующее эту чрезвычайно важную сферу.

Нигде в мире не существует научного сообщества, которое можно было бы назвать сообществом специалистов по стволовым клеткам, — эта наука еще слишком молода. Однако Великобритания приступает к работе, опираясь на прочную репутацию в области биологии развития и целый ряд научных учреждений с мировым именем. Я хочу, чтобы Соединенное Королевство стало лучшим в мире местом для проведения исследований в этой области, чтобы со временем наши ученые, а также те,

кто придет к нам работать из других стран, смогли разработать новые методы лечения и восстановления функций мозга, лечения болезни Альцгеймера и Паркинсона <>

Новая редакция правительственной программы «Предвидение», только что введенная в действие главным консультантом по вопросам науки, дает два примера того, как наука может заглянуть за горизонт. Проект в области когнитивной науки о мозге, который будет осуществлен в рамках программы «Предвидение», объединит для совместной работы специалистов в сфере информационных технологий и в области исследований мозга с целью поиска новых технологических возможностей. Задача второго проекта, касающегося защиты от наводнений и защиты прибрежных регионов, — изучить растущую угрозу нашей стране, которая, вероятно, возникнет в связи с прогнозируемыми изменениями климата в течение ближайших 50–100 лет. В рамках этого проекта будут оценены прогностические возможности науки, а также научные и технические возможности локализации и устранения самых опасных последствий климатических изменений. Защита окружающей среды становится максимально надежной, когда на ее стороне естественные науки и эмпирическая проверка.

Наука и общество

Однако вопрос не ограничивается лишь отношениями науки и правительства. Главное здесь — общество. Нам нужны более эффективные, надежные и ясные способы общения между наукой и социумом. Опасность заключается в незнании других точек зрения, понимание их дает нам решения.

Коренным образом отличаются друг от друга процесс, когда наука предоставляет нам факты, а мы выносим суждение, и процесс, в котором суждения, вынесенные априори, фактически тормозят научное исследование. У нас есть право судить, но у нас также есть право знать. Априорно вынесенное суждение заклеивало Дарвина еретиком; наука доказала его могучий дар проникновения в суть вещей. Поэтому давайте узнаем факты, а затем вынесем суждение о том, как нам их использовать или как нам в связи с ними действовать.

Однако ничто из вышесказанного не отменяет принцип осмотрительности. В основе ответственной науки и ответственной политики лежит именно принцип осмотрительности. Но этот прин-

цип предписывает, чтобы мы продвигались вперед осторожно и на основе фактов, а не топтались на месте, основываясь на предрассудках <>

Конечно же ученые должны вести свою деятельность в рамках ограничений, налагаемых нами введением требований, касающихся охраны здоровья и безопасности; законодательным регулированием экспериментов на животных и запрета на репродуктивное клонирование человека. Наше правительство также находится на переднем крае борьбы, ведущейся в общеевропейском масштабе, за предотвращение ненужного повторения экспериментов на животных. Однако если бы в последние годы такие эксперименты прекратились полностью, мы не смогли бы разработать вакцину против менингита и комплексную лекарственную терапию СПИДа.

В качестве примера хочу привести и проблему, поиск решения которой ведется в настоящее время. Кембриджский университет планирует построить новый центр неврологических исследований. Некоторые исследования предполагают использование приматов для тестирования средств, предназначенных для лечения таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона. Но может случиться так, что этот центр не будет построен из-за угрозы нарушения общественного порядка и незаконных акций протеста. Нельзя допустить, чтобы жизненно важный проект был заморожен просто в силу того, что он является спорным.

Таким образом, нам необходим диалог с общественностью, необходимо восстановить доверие к тем способам, с помощью которых наука может указать нам новые возможности и предложить новые решения.

Эту задачу будет легче выполнить, если удастся укоренить в нашем обществе более зрелое отношение к науке. Я полностью отвергаю понятие о «двух культурах». Существует глубинная человеческая потребность в понимании, а наука открыла нам так много тайн нашего необыкновенного мира. Наука — это центральная, а не отдельная часть нашей общей культуры наряду с искусством, историей, общественными и гуманитарными дисциплинами.

Выводы

Все те вопросы, о которых я говорил, — части одной огромной задачи, которую Великобритании предстоит решить в ближайшие десять лет.



ДОКУМЕНТ

Нам необходимо создать такое положение, чтобы наша способная молодежь разделяла бы наше восхищение возможностями науки и связывала бы свои надежды с той ролью, которую она может сыграть. Нам особенно важно покончить со спадом в математике, физике и инженерных науках и сделать научную деятельность работой, о которой будут мечтать, причем не только юноши, но и девушки.

Не так давно нам удалось остановить снижение числа абитуриентов, желающих стать учителями естественных наук, и теперь их число даже растет. Однако набирать и удерживать большее число учителей естественных наук остается в числе ключевых приоритетов.

Мы также уделяем большое внимание созданию сети специализированных учебных заведений, которые будут делиться своим опытом с другими школами в своем районе; из 1000 таких заведений, которые мы рассчитываем иметь в сентябре этого года, около 500 будут специализироваться на преподавании естественно-научных дисциплин, и примерно 25 из них будут иметь статус специализированных научных колледжей. Мы внесли предложение о создании нового Национального центра повышения квалификации преподавателей естественных наук. Мы создали сеть Послов естественных и прикладных наук для оказания помощи учителям и преподавателям естественно-научных дисциплин. Мы также выделили 60 млн. фунтов на переоснащение школьных лабораторий и модернизацию учебной инфраструктуры.

Кроме того, нам удалось сделать естественные науки основными предметами до 16-летнего возраста. Начиная с сентября 2002 года вводится новый аттестат о среднем образовании в области прикладных наук, который откроет ученикам новый путь в профессиональную науку. Естественные науки также занимают большую часть нашей программы, нацеленной на развитие потенциала самых способных учеников в Академии

для одаренных и талантливых учеников при Варвикском университете, которая откроет свои двери в будущем году.

Далее, нам необходимо углублять специализацию школ по естественным наукам, в частности путем поиска новых форм сотрудничества с колледжами и высшими учебными заведениями. Мне бы хотелось, чтобы гораздо большее число университетов предоставляли свое оборудование и опыт преподавания в распоряжение средних школ, а также устанавливали связи с частным сектором, чтобы наш научный потенциал максимально увеличивался <>

Если нам удастся установить отношения доверия между учеными и общественностью, то Британия сможет стать столь же мощной кузницей новых идей и предприятий, воплощающих их в жизнь, в XXI веке, как и в XIX и в начале XX века. Чтобы научное открытие стало силой, несущей свободу и цивилизацию, а не прыжком в неизведанное, мы должны быть осторожными и осмотрительными. При этом хотелось бы, чтобы полемика шла между людьми с широкими взглядами, а не доходила до абсурда.

Я хочу доказать, что предприниматели в Бангалоре ошибаются. Я хочу, чтобы Великобритания и Европа были на переднем крае прогресса науки. Однако можно сказать без преувеличения, что в некоторых областях мы сейчас находимся на перепутье. Мы можем опустить глаза, побоявшись посмотреть в лицо неизведанному, или решить стать народом, не боящимся революционных знаний, не страшась будущего, культурой, понимающей ценность прагматического, основанного на доказательствах подхода к новым возможностям. Выбор очевиден. И мы должны, не колеблясь, сделать его.



Нанотрубка — бикфордов шнур

P.M.Ajayan et al., «Science», 2002, v.296, p.705

Список необычных свойств углеродных нанотрубок пополнился еще одним — легкой воспламеняемостью под действием света. Группа исследователей из нескольких стран неожиданно обнаружила, что однослойные трубки можно поджечь на воздухе обычной фотовспышкой, если расположить ее в нескольких сантиметрах от образца (в зависимости от его плотности требуется мощность 100–300 мВт/см²). Причем это происходит с трубками, полученными разными методами — в электрической дуге, лазерным испарением, химическим осаждением из пара.

Казалось бы, углерод и должен гореть, но другие наноструктуры из тех же атомов — многослойные трубки, графитовая пудра, фуллерены C₆₀ в таких условиях не окисляются. Видимо, световая энергия распространяется вдоль пучков параллельно уложенных трубок, не рассеиваясь (как ранее установили, они служат волноводами для инфракрасных волн); поэтому экзотермическая реакция окисления, начавшись с одного конца волокна, идет дальше. При этом выделяются CO и CO₂ и появляются акустические волны от резкого расширения газов. Горение образца наблюдали невооруженным глазом, а затем с помощью электронного микроскопа выясняли в деталях, какие разрушения вызвал «пожар».

Теперь оптотермическую неустойчивость трубок надо учитывать при их использовании в нанотехнологии; с другой стороны, не исключено, что обнаруженный эффект найдет там какие-то полезные применения.

А китайские и американские химики, возглавляемые тем же известным специалистом П.Ажайяном, сумели путем каталитического пиролиза *n*-гексана получить волокна длиной в сантиметры и диаметром до 0,3 мм (толще человеческого волоса), представляющие собой пучки одностенных углеродных нанотрубок. Сейчас они исследуют свойства таких уже микроскопических нитей (*«Science»*, 2002, v.296, p.884).

Кстати, еще десять лет назад были синтезированы первые неуглеродные нанотрубки — удалось свернуть в цилиндры другие слоистые, наподобие графита, структуры. Их уже получили из дисульфидов молибдена и вольфрама, силицида германия, дихалькогенидов, сульфидов, хлоридов и оксидов переходных металлов. Есть трубки, в которые, наряду с углеродными, входят атомы других элементов, например бора, азота, кремния (их обычно создают из углеродных нанотрубок методом химического замещения).

Недавно в Японии путем осаждения из газовой фазы синтезированы коаксиальные (имеющие от двух до пяти слоев) трубки из нитрида бора с необычно большим внутренним диаметром — он равен 8–10 нм (*«Chem.Phys.Lett.»*, 2001, v.350, p.434).

Ожидают, что углеродные (и другие) нанотрубки сыграют важную роль в органической электронике, где научный поиск сейчас идет по многим направлениям. Так, специалисты из IBM научились наносить на кремниевую поверхность высокоупорядоченную пленку из органического полупроводника пентацена (в этих плоских вытянутых молекулах последовательно сцеплены пять бензольных колец; они химически и термически стабильны). Все такие молекулы оказываются расположенными бок о бок, под углом к поверхности.

Проблема была в получении именно такой укладки. Наблюдая за поведением мо-

лекул пентацена с помощью фотоэлектронной эмиссионной микроскопии, ученые поняли, что первые попавшие на кремниевую поверхность палочкообразные пентацены располагаются на ней горизонтально, образуя с ней несколько связей. Чтобы предотвратить этот нежелательный эффект, было решено нанести на кремний слой молекул циклогексена (C₆H₁₀), с которыми пентацены связываются слабо. В результате палочки стали контактировать с поверхностью только одним своим концом. При этом пентацены диффундировали по ней, а когда их становилось достаточно много, образовывали маленькие упорядоченные островки; затем они росли, формируя нужную пленку. Теперь на ней можно создавать микросхемы (*M.zu Heringdorf et al., «Nature»*, 2001, v.412, p.517).

Ножницы, клей и ДНК

Y.Ma et al., «Cell», 2002, v.108, p.781

Хотя хромосомная ДНК в клетках высших организмов в принципе стабильна и в ходе их деления просто удваивается, из этого правила есть важное исключение: при формировании популяции иммунных клеток (В- и Т-лимфоцитов) происходит реорганизация той части генома, что кодирует антитела и мембранные рецепторы, функция которых — связывать чужеродные антигены.

Есть отрезок ДНК, кодирующий одинаковую для всех, константную, часть этих белков и много разных отрезков, соответствующих переменным участкам. За счет рекомбинации ДНК к общему блоку в разных клетках присоединяются свои



вариабельные куски. (Затем еще происходит альтернативный сплайсинг, когда из матричной РНК по-разному вырезаются незначимые куски-интроны, — это позволяет во много раз увеличить разнообразие синтезируемых антиген-связывающих белков.) Однако подобные «игры» с ДНК таят в себе большую опасность — ведь если система ферментов, ответственная за ее перестройки, даст сбой, то это приведет в лучшем случае к иммунодефициту, а в худшем — к раку.

Сначала нуклеазы вырезают из ДНК лишний кусок, который замыкается в кольцо. А возникшие при этом двухцепочечные обрывы (те два конца полимера, что должны быть соединены между собой) ферменты делают устойчивыми к деградации, для чего они с каждой стороны ковалентно сшивают друг с другом две одноцепочечные нити, образуя шпильки (это похоже на короткое замыкание двух оголенных электрических проводов).

Как идут дальнейшие события, приводящие к склейке отдельных кусков ДНК, было известно плохо. Теперь американским биохимикам удалось разобраться в сложных белковых комплексах, которые размыкают шпильки, формируют «липкие» концы, пространственно сближают их и, наконец, сшивают; оказалось, что особую важную роль тут играет белок Artemis. Им помогают также ферменты репарации ДНК, которые обычно восстанавливают ее структуру при появлении в ней двухцепочечных разрывов (известно, что клетки с дефектной системой репарации очень чувствительны к радиации и другим повреждающим факторам).

Теперь исследователи хотят попытаться реализовать весь процесс в бесклеточной системе. В случае успеха станет ясно, как природа организовала свою генную инженерию.

Кстати, доктор биологических наук А.Н.Лучник из ИБР РАН отстаивает идею, что для залечивания двухцепочечных разрывов в ДНК требуется неповрежденная копия такой ДНК, которая служит матрицей. Откуда ее взять? Автор гипотезы делает далеко идущее предположение: в каждой хромосоме в норме есть не одна, а две одинаковые ДНК. Понятно, что такое дублирование повысило бы надежность хранения генетической информации. А в раковых клетках, по мнению Лучника, есть участки хромосом, у которых копия утрачена, и там повреждения ДНК приводят к хромосомным абберациям («Онтогенез», 2000, № 3, с.227).

Наверно, в наш постгеномный век вопрос о наличии или отсутствии второй нити ДНК нетрудно разрешить экспериментально.

Коллективизм микробов

E.Drenkard, F.Ausubel, «Nature», 2002, v.416, p.740

Мы привыкли думать о бактериях как о самостоятельных одноклеточных организмах, но в последнее время микробиологи поняли, что многие аспекты их поведения — выработка устойчивости к антибиотикам и другим бактерицидам, выделение ими токсинов — связаны с их коллективными свойствами. Ведь они могут обмениваться между собой химическими сигналами и даже генетической информацией; кроме того, очень важна их способность формировать колонии в виде биопленок, причем на самых разных поверхностях — металлических, стеклянных, пластмассовых. Растут они и на живых тканях.

Полагали, что резистентность к антибиотикам возникнет

у микробов либо из-за мутаций, либо за счет приобретения ими куска ДНК (мобильного генетического элемента). Однако теперь стало ясно, что такие механизмы действуют в случае свободных бактерий, образующих суспензии. В случае же формирования пленки они могут стать невосприимчивы к антибиотикам, не изменяясь при этом генетически. Микробиологи из Гарварда изучали бактерии *Pseudomonas aeruginosa*, в культуру которых они добавляли используемые в больницах антибиотики. И выявили возникновение резистентных к ним колоний в виде небольших островков с резкими границами, из которых очень быстро росла пленка.

Похоже, что процесс ее образования представляет собой направленную защитную реакцию микробов, но как именно пленке удается выжить в неблагоприятных условиях, пока не вполне ясно. Возможно, сама ее структура затрудняет диффузию антибиотика, или же при этом в бактериях происходят какие-то эпигенетические переключения (то есть у них изменяется не нуклеотидная последовательность генома, а активность генов), приводящие, например, к синтезу белков-насосов, откачивающих из клеток антибиотик.

Похоже, что патогены усвоили принцип: «В единении сила». Но и ученые координируют усилия, чтобы разобраться в механизмах явления. Ведь возникновение устойчивых к лекарствам бактерий — одна из главных медицинских проблем.

Светящаяся нить Ариадны

«Science», 2002, v.296, p.1218

Несмотря на фантастически высокую скорость вычислений, обычные цифровые компьютеры часто пасуют перед проблемами комбинаторики — ведь число вариантов, которые необходимо

просмотреть, чтобы отобрать нужный, может расти экспоненциально в зависимости от некоторого параметра (скажем, когда пытаются найти конформацию сворачивающейся белковой цепи, обладающую минимальной свободной энергией, для все более длинных цепей). Аналогичные проблемы возникают во многих областях, например при решении известной «задачи коммивояжера», где необходимо отыскать самый короткий маршрут, охватывающий определенные точки на карте; или при поиске выхода из лабиринта.

Для решения подобных задач более перспективны системы, способные делать параллельные вычисления, охватывая сразу множество вариантов. Их пытаются реализовать в виде оптоэлектронных, квантовых, ДНКовых компьютеров. Английские и американские специалисты (A.Manz et al.) для нахождения кратчайшего пути между двумя пунктами в Лондоне применили более простой подход. Они нанесли его схему на стеклянную пластину и травлением сделали в ней желобки, соответствующие улицам и переулкам. Затем накрыли ее другим стеклом и наполнили образовавшиеся каналы гелием. К разным точкам схемы подвели электроды и, создавая между двумя из них напряжение, вызывали газовый разряд. Между этими точками возникла связывающая их светящаяся нить, которая и указывала искомым оптимальный путь.

Метод изучения больших и сложных систем, основанный на их микромоделировании, получил название «лаборатория на чипе» (есть даже журнал «Lab on a Chip»).

Кстати, в последние годы ученые значительно продвинулись в использовании ДНК-компьютеров для решения задач алгебры логики. Так, в Университете Лос-Анджелеса научились решать булевы уравнения, содержащие 20 переменных («Science», 2002, v.296, p.499).

Подготовил
Л.Верховский

Вавилонская башня биологии,

ИЛИ

Зачем биологам общий язык

Строители

Биология развивается фантастическими темпами. Это утверждение верно и банально одновременно: ведь наша наука включает в себя дисциплины и направления, удаленные друг от друга как по своим подходам, так и по методам исследования. Биологом называет себя и антрополог, изучающий пропорции скелета человека, и гидробиолог, занятый построением правдоподобной модели биоценоза озера. Цитолог, зачарованный красотой внутреннего устройства клетки, вирусолог, ломающий голову над тем, можно ли считать живым объект его исследований, ботаник, открывший за летний сезон пять новых видов зонтичных, — все они тоже биологи.

Только на биологическом факультете МГУ около 30 кафедр, выпускающих исследователей различных биологических профилей. А ведь специалистов, родственных биологам, готовят и на других факультетах МГУ — географическом, геологическом, физическом, химическом, психологии, фундаментальной медицины. Неудивительно, что биологи «разного разлива» порой плохо понимают друг друга.

Архитектура

И все-таки это грустно. Ситуация в современной биологии все больше напоминает строительство Вавилонской башни: каждый конструирует свою собственную башенку, купол, арку или колонну, не имея представления, а порой и не очень интересуясь тем, что возводят соседи на общем монолитном основании классической биологии. Беда, конечно, не в том, что детали биологической башни не схожи между собой — собор Василия Блаженного тоже эклектичен, и все-таки он поражает воображение людей своей сказочной красотой.

Хуже то, что различные биологические дисциплины развиваются с разной скоростью. Классические ботаника и зоология давно переросли самих себя и превратились из описательных отраслей знания в современные науки, использующие богатый и сложный технический арсенал. Новейшее оборудование стоит больших денег, а во всем мире большая часть финансирования достается представителям так называемой физико-химической биологии.

Тех, кто вкладывает деньги в науку, понять можно — они хотят иметь прибыль. Делать деньги, получая новые лекарства или пищевые белки, синтезируемые микроорганизмами, гораздо легче, чем описывая новые пути миграции китообразных или видовой состав флоры алтайских лугов.

Конечно, физико-химические (молекулярные) биологи не виноваты в том, что именно их работа хорошо оплачивается во всех развитых странах. Более того, самые эрудированные и широко мыслящие из них прекрасно понимают важность развития классических биологических дисциплин, понимают, что ботанику, зоологию, анатомию и физиологию необходимо преподавать всем без исключения студентам-

Доктор биологических наук
А.А.Каменский,
биологический факультет
МГУ им. М.В.Ломоносова





Художник Н. Краштин



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

биологам. Нельзя же допускать, чтобы специалист, блестяще разбирающийся во всех тонкостях структуры и механизмах действия, скажем, хлорофилла, с трудом припоминал, в каких тканях растения он содержится, а то и вообще не знал, что такое лист и где он расположен.

Техника безопасности

И все-таки до тех пор, пока ботаники, зоологи, антропологи, физиологи будут выступать в роли просителей, получающих крохи со стола физико-химической биологии, перекосов при строительстве здания биологии не избежать. Того и гляди, что-нибудь обрушится, сведя на нет усилия сотен первоклассных специалистов. Вот почему исследователи, занятые изучением самых тонких субклеточных процессов, иногда бывают просто вынуждены обращаться за содействием к тем, кто работает на уровне целого организма или даже на надвидовых уровнях. Если этого не делать, последствия могут быть плачевными.

Наиболее ярко это проявляется в областях, связанных с медициной, особенно когда речь идет о разработке новых лекарств. Конечно, никто не сомневается, что необходимо знать структуру лекарственного агента, выяснить, с какими рецепторами вещество взаимодействует, какие изменения оно вызывает в клетке и т. п. Выяснить это можно, что называется, «в пробирке», то есть в модельной системе, или, выражаясь научным языком, *in vitro*. Порой так получается и быстрее, и точнее, и дешевле. Однако не стоит забывать, что лекарство будет использоваться *in vivo*, то есть в целостном, невероятно сложно устроенном организме. И тут можно ожидать непредсказуемых эффектов, причем, как правило, неблагоприятных.

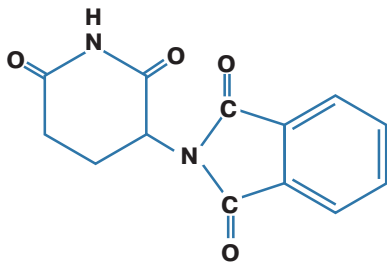
До сих пор не стихли отзвуки трагедии, случившейся около 40 лет назад в Западной Европе. Тогда в клинической практике появилось слабое успокаивающее и снотворное средство талидомид, не обладавшее, ка-

зальсь, никакими побочными эффектами. Медиков не смутило, что такое безобидное лекарство не прошло длительных испытаний на нескольких видах лабораторных животных.

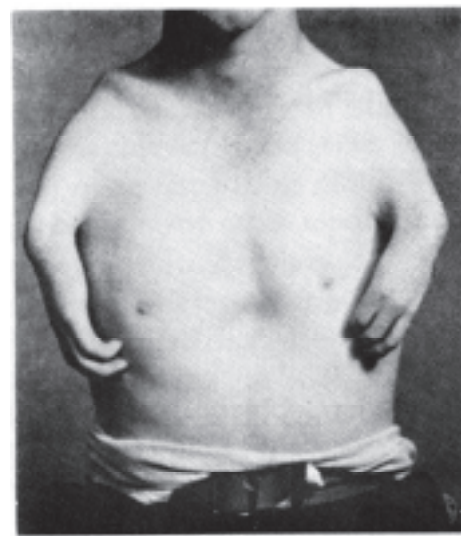
А в 1961 году два автора одновременно и независимо опубликовали сведения о том, что талидомид, принимаемый женщинами в первые недели беременности, приводит к тяжелейшим аномалиям развития плода. Прежде чем клиницисты спохватились, родилось около 10 000 младенцев без конечностей или ушей, с уродствами этих частей тела. Всего лишь одна таблетка — и ребенок мог появиться на свет с руками, похожими на лапы тюленя.

Предсказать такой (тератогенный) эффект талидомида, не исследовав его воздействия на организм в целом, было, конечно, невозможно. Тем более что даже сейчас, спустя четыре десятилетия, механизм патогенного действия этого вещества на плод остается не вполне понятным. Беда случилась потому, что создатели лекарства пренебрегли простым правилом и не испытали его, как положено, на беременных самках трех видов животных. Одного вида животных иногда бывает недостаточно, поскольку у крыс, например, тератогенный эффект талидомида почти не заметен, а у кроликов он выражен весьма ярко.

Случай с талидомидом, к сожалению, не единственный. Еще раньше, в конце 1930-х годов, в США была создана первая жидкая лекарственная форма сульфаниламидов для детей, а в качестве растворителя выбрали диэтиленгликоль с некоторыми вкусовыми добавками. И вот когда было продано уже более 1100 л (!) новой микстуры, поступило сообщение от врачей о смерти сразу восьми детей, принимавших это средство при ангине. Продажу лекарства тут же прекратили, приняли меры к тому, чтобы изъять его у покупателей, но все равно от отравления диэтиленгликолем погибло не менее 100 детей. А дело в том, что тогдашние правила Управления пищевых продуктов и лекарственных средств США про-



Структура талидомида и его тератогенный эффект. Всего лишь одна таблетка препарата — и ребенок мог появиться на свет с руками, похожими на лапы тюленя



сто-напросто не предусматривали проверку новых лекарственных форм в опытах на животных.

Необходимый запас прочности

Непростительные ошибки. Страшные последствия. Опыт приобретен непомерно дорогой ценой, но тем важнее извлечь из трагедий все возможные уроки.

В наши дни, когда молекулярная биология просто творит чудеса, сотрудничество специалистов различных биологических специальностей становится еще более необходимым. Вот лишь один пример, когда только комплексный подход с участием исследователей, работающих на уровне целого организма, может гарантировать больному безопасность.

Есть такое заболевание — эндартериит. Страдают от него преимущественно заядлые курильщики. Постоянные спазмы мелких сосудов конечностей, в основном ног, приводят к закупорке капилляров. Последствия бывают очень тяжелыми: омертвление тканей, гангрена. Часто приходится ампутировать больную ногу, но процесс закупорки сосудов продолжается в культях и т. д. и т. п.

И вот недавно удалось обнаружить регуляторные пептиды (короткие цепочки аминокислот), индуцирующие прорастание капилляров в различных тканях. Молекулярные биологи возликовали — кардинальное средство лечения найдено! Они предложили взять гены пептидных факторов, встроить их в кольцевую ДНК, способную к самовоспроизводству (плазмиду), и, получив таким образом генно-инженерную конструкцию, ввести ее в пораженные ткани.

Схема лечения казалась простой: в тканях, где произошла закупорка сосудов, будут активно синтезироваться факторы роста и, следовательно, начнется образование новых капилляров взамен неработающих. Ткани ноги станут получать нормальные объемы крови, насыщенной кислородом и глюкозой, болезнь отступит, и

человек начнет отплясывать чечетку, вознося хвалу мудрости ученых.

И главное, что это не просто теория, схема действительно работает! Первые клинические результаты, полученные на добровольцах, оказались воистину многообещающими. Но вот тут-то и настало время задуматься о том, что будет происходить под воздействием целебной генно-инженерной конструкции в других тканях тела, то есть в организме в целом.

Физиологические исследования показали, что плаزمид, содержащая гены факторов прорастания капилляров, может попадать с током крови в другие органы, ускоряя рост мелких сосудов и в них. Прежде всего такой эффект наблюдается в сетчатке глаза. А если в организме, не дай Бог, присутствует злокачественная опухоль, хотя бы в зачаточном состоянии, когда иммунной системе еще под силу одолеть ее? Ведь усиление кровоснабжения обязательно приведет к ускоренному разрастанию раковых клеток. Вот и получается, что ходить-то больной будет, но недолго: или ослепнет, или раком заболит, если предпосылки к тому были.

Поняв это, молекулярные биологи решили ввести в плазмиду специальный участок ДНК, который будет запускать работу генов только в том случае, если генно-инженерная конструкция попадает в ткань, где не хватает кислорода. Однако после того, как новая плаزمид будет создана, опробована и станет ясно, что она работает, за дело опять должны будут взяться физиологи. Ведь нужно будет определить, не возникнет ли патологического увеличения числа капилляров в тех тканях человеческого организма, где содержание кислорода в норме низкое, например в толстом кишечнике, в жировой ткани.

Нет сомнений, что совместные усилия ученых позволят отработать новый способ лечения, а вот одним молекулярным биологам эта задача не под силу: о том, чтобы свести побочные эффекты к минимуму, должны позаботиться физиологи и клиницисты.

Мастера, а не подмастерья

Не стоит, однако, считать зоологов, ботаников и физиологов обслуживающим персоналом для молекулярной биологии. Они и сами, пользуясь традиционными методами, совсем не схожими с методами физико-химической биологии, могут исследовать тонкие процессы в организмах животных, растений и грибов. Причем их данные, полученные к тому же без больших материальных затрат, могут иметь целый ряд преимуществ перед результатами, добытыми «из пробирки».

Ведь никогда не известно точно, какие именно условия имеют место в той микроскопической точке организма и в то самое мгновение, когда молекула какого-нибудь эндогенного химического регулятора, яда или лекарства взаимодействует с рецептором. Мы не знаем порой ни пространственной структуры этого рецептора в нужный момент времени, ни сколько вообще существует разновидностей рецепторов, реагирующих с нашим веществом, ни где они расположены.

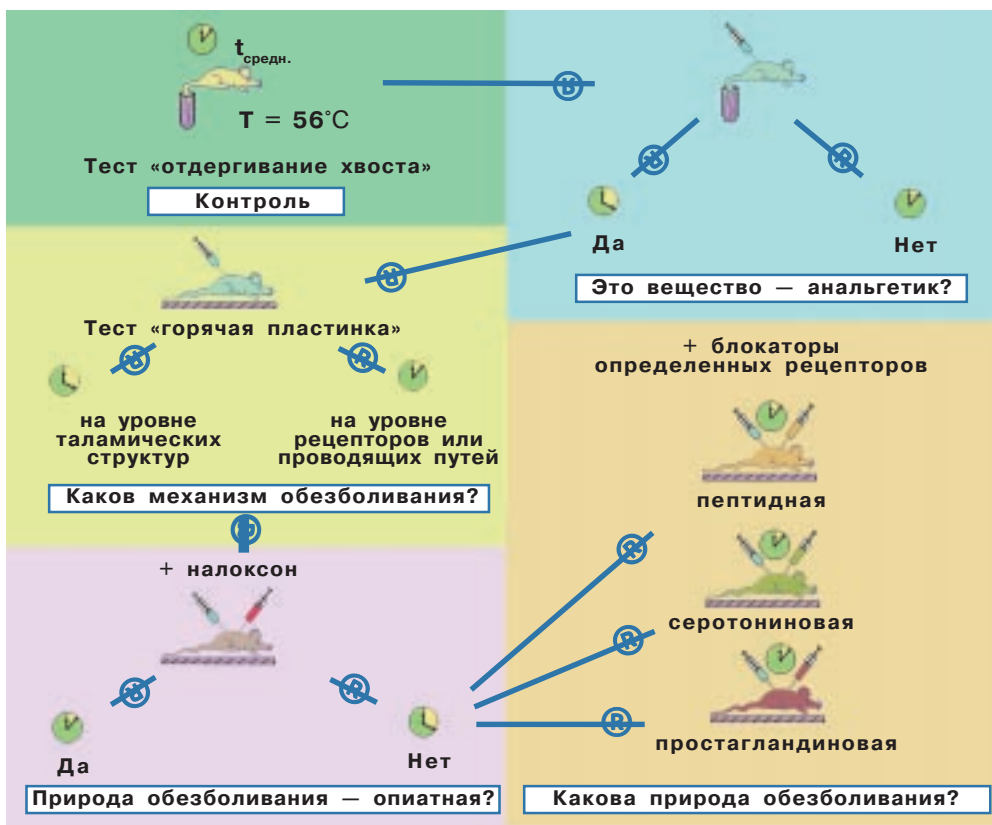
Иногда мы даже не уверены, есть ли на самом деле рецепторы для данного биологически активного вещества. Возьмем, к примеру, этиловый спирт. Его физиологические эффекты проявляются весьма разнообразно и ярко, что многие читатели, вероятно, испытали на себе. А вот рецепторов к этому веществу в организме нет. Ну как тут смоделируешь процессы взаимодействия в пробирке? Вот и получается, что иногда только физиологическая наука и способна адекватно решать задачи, которые традиционно относят к биохимическим.

Рабочие инструменты

О методах работы молекулярных биологов сейчас говорят достаточно много, а как же работают физиологи и



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



что они могут? Рассмотрим конкретный пример: имеется вещество, которое предположительно обладает обезболивающим действием, и нужно понять, как такой потенциальный анальгетик работает (см. схему).

Чтобы выяснить это, физиолог вводит исследуемое вещество крысе, а затем погружает ее хвост в пробирку с водой, нагретой до 56°C . Почему именно 56°C — не больше и не меньше? Попробуйте опустить в такую воду, за неимением хвоста, палец. Ожога вы не заработаете, но будет больно, и долго вы не выдержите. Вот так же и крыса — если ей больно, она быстро выдергивает хвост из воды, а если введенное вещество действительно обезболивает, хвост остается в воде значительно дольше. Крысу никто не мучает: хочет — держит хвост в воде, не хочет — вытаскивает, но в любом случае ожогов на ее коже не бывает (необратимая денатурация белков начинается лишь при температурах выше 56°C).

Предположим, что опыт дал положительный результат и наше вещество — в самом деле анальгетик. Но каков же механизм его действия? Вроде бы логично бежать к биохимику и просить его посмотреть, с какими рецепторами связывается это вещество, где такие рецепторы располагаются в организме и т. п.

Биохимик тут же нам разъяснит, что только к опиатам (а это лишь одна из разновидностей анальгетиков) суще-

ствует несколько классов рецепторов: мю, дельта, каппа, сигма. При этом в каждый класс входят рецепторы нескольких типов. И хотя анальгезия обычно возникает при взаимодействии лекарства с мю-рецепторами, возможны и варианты, когда вещество вызывает обезболивание, взаимодействуя с рецепторами другого типа, так что работы биохимику хватит надолго.

Специалист запросит кучу денег на реактивы и оплату труда, причем, если он столкнулся с анальгином или аспирином, которые опиоидами не являются, работа может затянуться еще больше. И даже если исследуемое вещество не преподнесло исследователю никаких особенных сюрпризов, лишь через год он скажет нам, что оно взаимодействует с рецепторами мю-, каппа-2- и частично сигма-типов, а расположены такие рецепторы по всему организму (что было известно и раньше).

К счастью, к биохимику сразу идти не нужно. Дополнительные сведения о препарате можно получить, если просто ввести крысе исследуемое вещество и посадить ее на так называемую «горячую пластинку» (нагретую до тех же 56°C). Если животному больно, оно будет облизывать лапы и прыгнет с этой пластинки, а если анальгетический эффект проявляется и в этом случае, крыса останется на месте.

Чем же отличается тест «горячей пластинки» от того, который описан

выше? Дело в том, что отдергивание хвоста — относительно простой рефлекторный акт и замыкается он на уровне спинного мозга, а вот поведение на «горячей пластинке» довольно сложное. Его обеспечивают таламические и корковые структуры головного мозга. Таким образом, если анальгетик действует только в первом тесте, то он либо блокирует болевые рецепторы кожи хвоста, либо препятствует проведению болевых сигналов по спинному мозгу. Если же обезболивающий эффект наблюдается в обоих тестах, то вещество действует, скорее всего, на центры боли непосредственно в головном мозге, в таламусе. Это означает, что болевые сигналы доходят до таламических ядер беспрепятственно, но ощущение боли не формируется.

В общем, простые тесты позволяют четко локализовать место в организме, где функционирует исследуемое вещество. Но и это не все. Физиолог может выяснить даже химическую природу обнаруженной им анальгезии. Для этого ему понадобятся блокаторы рецепторов разных типов. Например, можно взять блокатор мю-опиатных рецепторов — налоксон — и ввести его крысе перед тем, как она получит анальгетик, а затем испытать животное в одном из описанных тестов. Если обезболивание на фоне налоксона не возникает, значит, исследуемое вещество — родня опиатам и действует оно как раз на мю-рецепторы. Если же обезболивающий эффект сохраняется и в этом случае, значит, анальгетик оказывает влияние на какую-то другую нейрохимическую систему. Применяя блокаторы разных рецепторов, а в случае отрицательного ответа еще и блокаторы синтеза биологических регуляторов, принимающих участие в формировании болевых ощущений (серотонина, простагландинов, субстанции P), можно отыскать то звено в цепочке, на которое влияет лекарство.

Все блокаторы, о которых идет речь, хорошо изучены, мало токсичны, многие из них даже используются в клинической практике, например

при лечении наркомании. Поэтому с помощью описанного фармакологического подхода мы, не нанося вреда животному, можем точно определить, где и как развивается эффект исследуемого анальгетика.

Не нарушая пропорций

«Как же, однако, легко живется физиологам: взял крысу и блокаторы — и открывай себе по лекарству в день! Да и затрат почти никаких!» — может подумать кто-то из читателей. К сожалению, это не так. Работа физиолога требует и времени, и средств. Хотя бы потому, что для исследования нужен не одна, а многие сотни крыс, иначе невозможно получить надежные, достоверные результаты. Ведь по гормональному фону, характеру, особенностям темперамента грызуны отличаются друг от друга не

меньше, чем люди. А любому известному, насколько по-разному человеческие существа ощущают боль и реагируют на нее.

Кроме того, много усилий нужно приложить для исследования спектра действия, а также побочных эффектов потенциального лекарства. А для этих целей, как уже было сказано, одних лишь экспериментов с крысами недостаточно — нужно использовать еще как минимум два других вида лабораторных животных. Ведь если пренебречь тщательной проверкой, можно изобрести еще один таллидомид.

Одним словом, для того чтобы создать новое лекарство, не отступая от принятых правил, химикам, фармакологам, физиологам, биохимикам, технологам и иже с ними приходится потратить от 10 до 15 лет! При этом из 10 000 веществ, которые прохо-

дят самые начальные стадии проверки, до аптечных прилавков добирается только одно. Настоящее, хорошее лекарство в наши дни можно создать только совместным кропотливым трудом многих специалистов различных биологических и медицинских специальностей.

Поэтому нужны все! Ботаники и зоологи, биохимики и биофизики, цитологи и генетики, микробиологи и физиологи. И чем лучше они будут понимать друг друга, тем плодотворнее будет их работа на благо людей, даже если на первый взгляд она не имеет никакого практического значения. И тем, кто желает получать от науки отдачу и прибыль, хорошо бы почаще вспоминать слова великого ученого Т. Эдисона, который справедливо заметил однажды, что на свете нет ничего более практичного, чем правильная теория.

О равноправии соавторов

Кому из ученых не приходилось быть соавтором статей? Кому не доводилось оказаться в длинном унылом списке, именуемом остряками «братской могилей»?

Можно только позавидовать древним грекам, которые имели возможность двигать науку в одиночку, между делом. Увы, добывать новые знания с каждым годом становится все труднее, и, чтобы приоткрыть завесу неведомого, каждому из нас все чаще приходится прибегать к помощи двух-трех коллег, а порой и вовсе собираться огромной толпой.

Но вот, наконец, приоткрыли мы эту завесу. Набрали материал, дотащили до лаборатории, проанализировали, долго, со спором, писали статью. Может, даже перевели на язык, который считали английским. И вот здесь-то оказывается, что АВТОРОМ будет кто-то один, а все остальные выстраиваются за его спиной в унылую шеренгу соавторов. Какая несправедливость!

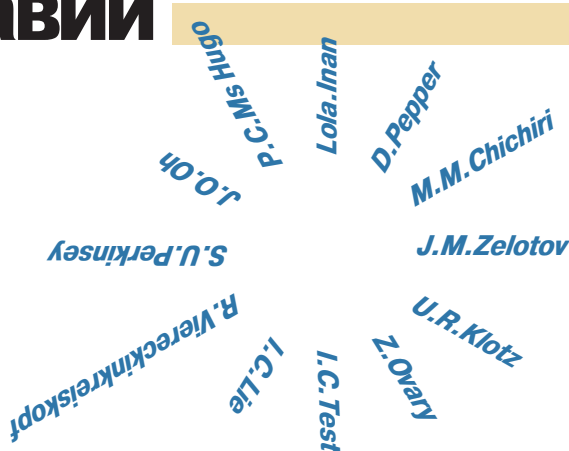
Нельзя сказать, что ученые безропотно смирились с нею. Еще в 1960 году в «Журнале невоспроизводимых результатов» («The Journal of Irre-

producible Results», № 9) была предложена красивая схема (см. рис.), согласно которой фамилии авторов научной работы следует располагать по кругу. В этом случае выделить из «хоровода» кого-то одного просто невозможно.

На практике схема, однако, не прижилась, и понятно почему. Во-первых, голова кружится, когда читаешь фамилии, а во-вторых, большинство ученых работает не очень большими группами. Если же авторов всего два-три — круга не получится. Как же уравнять в правах всех членов небольшого коллектива?

Начнем с азов. Как мы вообще определяем, чья фамилия в списке идет первой? Первая фамилия может быть ЛЕБЕЕВ:

Иванов И.И., Петров П.П.



Или ВЫШЕ:

Иванов И.И.,
Петров П.П.

Но что будет, если поставить выше одну фамилию, а левее другую? Немножко поэкспериментировав, находим положение, при котором однозначно выделить первого автора не удается:

Петров П.П.

Иванов И.И.

Ну а как быть в случае, если авторов три? Тот, кто не у края цепочки, явно не первый:

Петров П.П.

Сидоров С.С.

Иванов И.И.

А если выделить его фамилию полужирным курсивом?

УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

Петров П.П.

Сидоров С.С.

Иванов И.И.

Получилось совсем неплохо. Нет сомнений, что такой способ начертания фамилии добавляет автору недостающий вес и уравнивает с двумя другими. Жаль только, что он не универсальный.

Можно, однако, опробовать еще один вариант: постепенно продвигать фамилии, расположенные в середине списка, в престижную левую сторону:

Петров П.П.

Сидоров С.С.

Агафонов А.А.
Иванов И.И.

Правда, то, как будет восприниматься такой список, будет зависеть во многом от длины каждой фамилии и от индивидуальных особенностей восприятия. Однако не приходится сомневаться, что математики быстро выведут точные формулы и создадут компьютерные программы, способные автоматически выстраивать список фамилий так, что ни одна из них не будет выделяться.

В общем, если постараться, выход из положения найти можно. Было бы желание!

О.Куликова

А.Шеховцов

Человек и лягушка

Биоэтика XXI века



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Пожалеем «человека с микроскопом»

Не надо бояться человека
Н.Ф.Погодин

Когда мы говорим о биоэтике, то чаще всего смотрим на проблему с точки зрения животного — объекта нашего исследования. В целом это справедливо, но не следует забывать об обратной связи — о воздействии экспериментальной процедуры на личность биолога или медика. Сложнейшее сочетание: комплекс вины перед животным, тяжелые впечатления, вызванные видом его мучений, — и понимание того факта, что без этих опытов невозможно достичь высших гуманных целей, понять процессы, протекающие в здоровом и больном организме, создать новые лекарства. Одно дело, когда вы испытываете новый препарат или вакцину на себе, взрослом здоровом мужчине: тому десятки примеров из истории и настоящего дня медицины и биологии, и совсем другое дело, когда надо причинять боль и страдания другому, пусть даже не человеку, а животному.

К тому же в России сегодня мы наблюдаем кризис науки и медицины на фоне расцвета мистических и паранаучных представлений. Рост наукофобии связан отчасти и с обывательским представлением о злодеях-ученых, которым все равно, кого мучить, крыс или людей. Но возможно, справедливее было бы не бояться «человека с микроскопом», а посочувствовать ему. Пока еще до конца не осознанный и не обсужденный поворот темы биоэтики: как помочь биологу в его борьбе с самим собой, в противостоянии долга и совести. Данная статья — первая попытка привлечь внимание к этой стороне проблемы.

Насколько важна такая постановка вопроса, стоит ли она общественного обсуждения, или надо оставить ее профессионалам, пусть обсуждают между собой вопросы своей экспериментальной «кухни»?

Особенность современной общемировой ситуации состоит в том, что выра-

жение «Биология — наука XXI века» перестало быть метафорой. Новый век наступил, и уже сегодня биотехнологические фирмы дают работу сотням и тысячам людей, а завтра профессия биолога станет массовой. Вот лишь один пример: потребуются тысячи и тысячи рабочих рук, когда надо будет создавать банки клеток, тканей и органов, в первую очередь для тех, кто по роду своей деятельности рискует здоровьем и жизнью. Ясно, что в биологии будет задействовано огромное множество людей. И эти люди в ближайшие годы войдут в аудитории биологических факультетов и откроют методические разработки, начинающиеся словами «обездвигать лягушку» или «обезглавить крыс у»

Цена вопроса

Но был один, который не стрелял.

В.Высоцкий

Героиня романа Людмилы Улицкой «Казус Кукоцкого» бросает работу в лаборатории морфологии нервной ткани, вдруг осознав, как легко можно перейти от манипуляций с животными эмбрионами к манипуляциям с эмбрионами человеческими: аккуратно складывает свои инструменты и навсегда уходит из лаборатории и науки. Можно понять эту девушку и даже поплодировать ей, но, как говорится, она ушла, а проблема осталась.

Наверное, все согласны, что наука многое теряет, когда из нее уходят цельные и нравственные люди. Впрочем, в жизни такие ситуации обычно не становятся широко известными: надо иметь сильный характер, чтобы перечеркнуть долгие годы учебы и работы из-за подобной этической проблемы, да еще и рассказать об этом друзьям. Однако и мой собственный тридцатилетний опыт работы в биологическом институте, и обсуждение этих вопросов с коллегами подсказывают, что экспериментальная работа с животными — «зона риска» для человека. В первую очередь это связано с необходимостью лишать жизни подопытных животных.

Мысли об этом в действительности никогда не оставляют биолога-экспериментатора, и бомба замедленного действия в его сознании может «взорваться» с совершенно непредсказуемыми последствиями.

Конечно, студенты начальных курсов биологических и медицинских факультетов о подобном и не задумываются. Юные энтузиасты науки по вполне понятным причинам не понимают тяжести проблемы, которую взваливают на свои плечи. Только лет через десять — пятнадцать придет осознание жизненной трагедии, когда вдруг выяснится, что годы учебы и постижения высот профессионального мастерства были потрачены зря. Уже не будем вспоминать о стоимости учебы, которая легла на плечи родителей и государства.

Но переживания из-за мучений подопытной крысы — не только личное дело каждого ученого. Всем нам безразлично, кто будет, в конце концов, заниматься биотехнологией и биомедициной: хватит ли у этих людей нравственной силы достойно и без срывов вести свою работу. Может быть, надо проводить предварительное собеседование с абитуриентом, выяснять, уверен ли он в себе и готов ли взять этот грех на душу — всю жизнь убивать животных ради благополучия людей? Помимо очевидной практической пользы, это было бы этично по отношению к биологам как людям опасной профессии.

Виртуальная лягушка

*К Зафоду Б. подошло большое жирное четвероногое, отдаленно напоминающее корову, с большими печальными глазами, маленькими рожками и почти заискивающей улыбкой на губах.
— Добрый вечер, — промычало оно. — Я Фирменное Блюдо.
Могли ли я предложить вам себя?*

Дуглас Адамс.
Ресторан «Конец Вселенной»

Осознав масштабы проблемы, можно подумать и о путях ее преодоления, пусть даже впереди будут годы

работы. Выясняется, что нужна радикальная реформа самого представления о биоэтике, которое существует в обществе, в том числе и в профессиональной среде. Хочется понять: а нужна ли биоэтика нам сегодня, в России начала XXI века, и зачем занятые люди будут тратить свое время и деньги на эти дела?

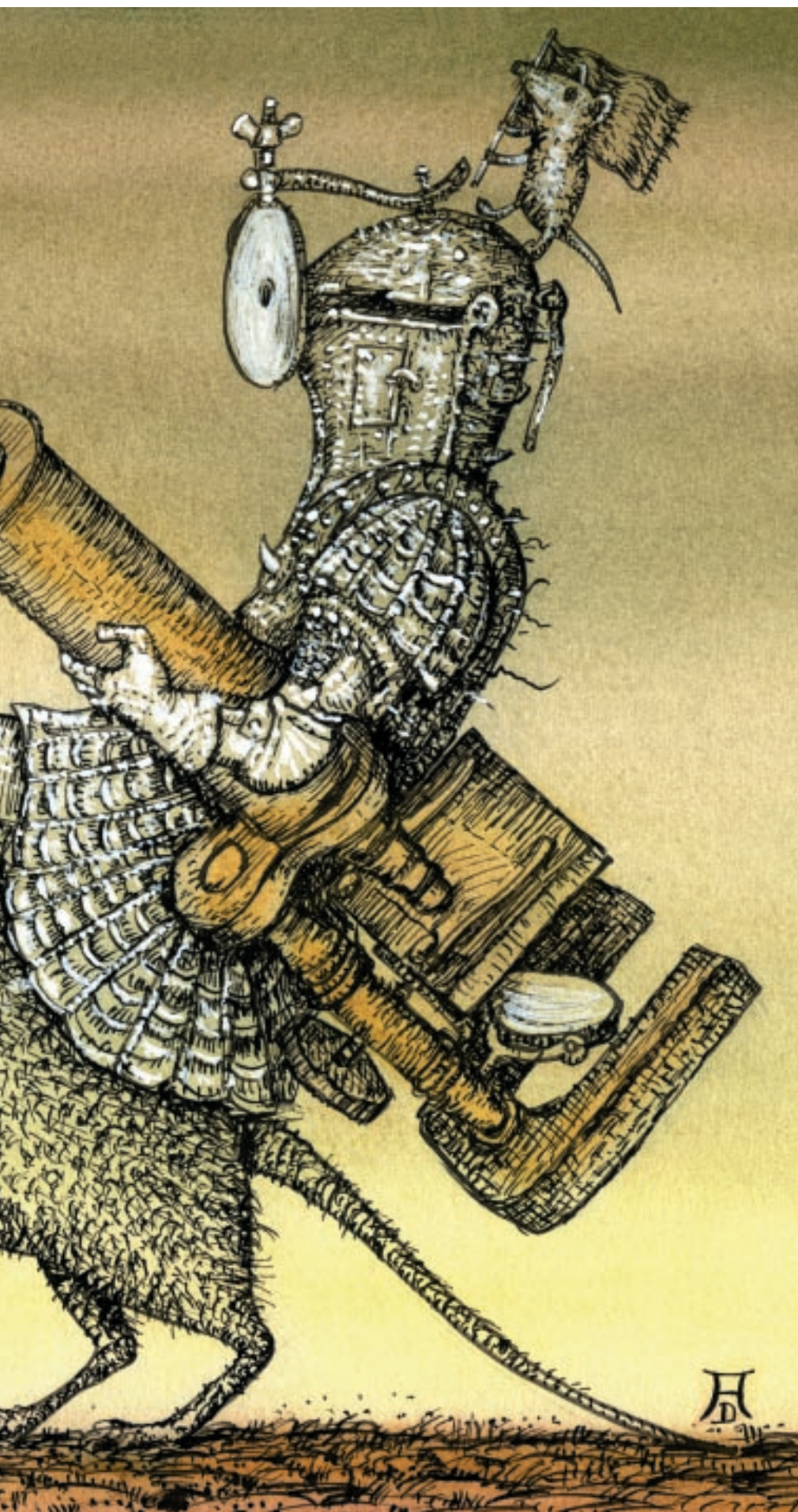
Краткий ответ — если этого не сделать, то мы просто потеряем свою биологию и место России в мировой биологии. Сегодня все специалисты понимают, что без участия в международных конкурсах, без грантов международных организаций невозможно выжить. А успех в конкурсах напрямую зависит от того, как и в каких условиях мы работаем с животными, соответствует ли этическая обеспеченность нашей работы международному уровню. В заявках на почти треть места занимают ответы на эти вопросы. Если у вас не сертифицированы животные, а также корм и условия их содержания, в частности нет квалифицированного персонала в вивариях, вам о деньгах нечего и мечтать.

В европейских научно-исследовательских центрах для взятия тканевых и клеточных биоматериалов (то есть для умерщвления подопытных животных, забора у них крови и тому подобных манипуляций) существует особая служба. Никто не позволит случайному человеку проводить такую работу: специалисты должны пройти аттестацию и работать в условиях сертифицированных лабораторий. Самое время принять решение о создании такой службы и в системе нашей Академии наук. Получится не особенно дорого, тем более что специалисты у нас есть, надо только дать им возможность пройти дополнительную подготовку, организовав курсы повышения квалификации для получения сертификатов.

Другая проблема — как воспринимают биоэтику наши студенты. Приходится констатировать, что существующие курсы биоэтики совершенно не учитывают «человеческий» аспект проблемы: вопросы этической поддержки, психологической реабилитации исследователя часто остаются за рамками этих курсов. Немудрено, что студенты без особого энтузиазма относятся к лекциям, не видят в них ничего интересного: «Да, все мы любим животных, да, делаем и сделаем все, чтобы они не мучились в наших экспериментах, дадим им необходимый наркоз, корм и лекарства. Чего еще?»

Представляется важным обсудить с молодыми людьми, что любые экспе-





Художник Н. Крашцин



РАЗМЫШЛЕНИЯ

рименты, в которых проливается кровь животных, являются психологическим стрессом с не всегда понятными последствиями. Надо научить их методам самоанализа и психологической самоподготовки, навыкам укрепления духа. А начать такой семинар стоило бы с отрывка из романа Д.Адамса. Там смертельно голодные космические путники (576 тысяч миллионов лет без еды!) столкнулись с неразрешимой проблемой: можно ли съесть дежурное блюдо, которое само предлагает части своего симпатичного тела?

Отдельная тема — учебные практикумы с применением животных. Любопытный выпускник биофака МГУ помнит практикум по физиологии на третьем курсе и десятки мертвых лягушек, остающихся в лотках после каждого занятия. Можно спорить о том, есть ли на самом деле практический смысл у этих практикумов: что дает студенту обучение операциям столетней давности, которых давным-давно никто не производит в научных лабораториях? Но очевидно, что с этической точки зрения проведение таких задач совершенно недопустимо. Похоже, это ясно всем, в том числе и преподавателям: зачастую они предлагают (и совершенно справедливо!) не выполнять задачи студентам, которые не в состоянии этого сделать. Наверное, следует просто отменить практикум, заменив его демонстрацией задач на потоковых лекциях.

В последние годы, с развитием компьютерных технологий, появилось новое направление, которое должно стать альтернативой практикумам. Это разнообразные виртуальные животные — компьютерные диски «Виртуальная лягушка», «Виртуальная мышь», на которых средствами мультимедиа представлено внутреннее строение этих мучеников науки, и можно детально рассмотреть их внутренние органы вплоть до уровня отдельных клеток и субклеточных органелл. Следовательно, на начальных курсах обучения можно резко снизить, а в пределе и вообще убрать практику вскрытия высших животных. Кстати, в Польше, в городе Познани, есть Университет имени

Адама Мицкевича, на биофаке которого больше десяти лет вообще не используют высших животных в учебных и исследовательских целях. Почему бы и нам не перенять польский опыт?

Альтернативное биотестирование, или Апология бесхребетных

В слове «простейшие» гораздо больше иронии, чем правды.

В.А.Вагнер

Но что же делать в случаях, когда без применения животных моделей не обойтись? Один из очевидных выходов — альтернативное биотестирование: в экспериментах беспозвоночных животных и клеточных линий. В.А.Вагнер, наш выдающийся зоопсихолог, профессор Санкт-Петербургского университета начала XX века, безусловно был прав: «простейшие» устроены далеко не просто, жизнь их сложна и полна загадок. Однако с точки зрения биоэтики, несомненно, в массовых тестах лучше применять более просто организованных животных, чем высших позвоночных.

С конца 50-х годов прошлого века была выдвинута и с тех пор неуклонно продвигается в практику идея альтернативного биотестирования на основе трех R: replace, reduce, refine. Суть ее в том, что нужно последовательно: replace — замещать высших животных в биотестировании на беспозвоночных животных, клеточные и молекулярно-биологические тесты, reduce — уменьшать число высших животных в опытах за счет, к примеру, лучшей статистической обработки материала, и refine — улучшать условия работы с животными, обеспечивать лучший наркоз, гуманное содержание и методы забора биоматериала.

Исследования на беспозвоночных животных и низших позвоночных давно стали базовыми для всей биологии. Вспомним генетику (дрозофила, кишечная палочка и прочие микроорганизмы), нейробиологию (гигантские аксоны кальмаров и нейроны моллюсков), регенерацию (земноводные и снова беспозвоночные животные — планарии). Так что наши меньшие беспозвоночные братья давно и успешно помогают бороться за здоровую психику биологов-экспериментаторов. Может быть, главное, что во многих случаях удается избежать самого неприятного для человека — необходи-

мости «проливать кровь»: скажем, планарии вообще не имеют крови, а гемолимфа прудовика окрашена гемоглобином в голубоватый цвет.

Конечно, данные, полученные на беспозвоночных, нельзя просто «переносить» на человека. Правда, однако, в том, что результаты, полученные на позвоночных животных, также не могут быть напрямую перенесены на человека (см. статью А.А.Каменского в этом же номере). Недаром существует длительная многоступенчатая процедура клинических исследований. Тем не менее во многих областях идет постепенное вытеснение высших животных из практики биотестирования. К примеру, Европа с начала нового века перестала тестировать на высших животных косметические препараты и кремы: извольте, уважаемые сотрудники фирм, применять клеточные тесты и другие альтернативные методы.

Клеточные и молекулярные тесты — только один из путей в альтернативном биотестировании. Отдельная тема — новые методы, сочетающие компьютерные цифровые технологии и простые биологические модели-сенсоры. Практически речь идет о создании новых технологий биотестирования — биокомпьютерных. Звучит немного непривычно, но именно здесь виден широкий простор для развития биологии в XXI веке и один из резервов снижения этической нагрузки в образовании, науке и технологии.

Хирургии все же придется учиться на собаках и кроликах, другого, видимо, не дано. Сколько ни смотри на виртуальную лягушку или на виртуальную операцию в исполнении мирового хирургического классика, без личного опыта таким операциям не научишься. Одно хорошо — это все-таки старшие курсы мединститута или биофака, когда психика молодого человека уже достаточно окрепла и в целом готова к такому испытанию.

Естествоиспытатели и натуралисты

Польза и одна польза — да будет вашим и первым и последним законом! Пусть из нее происходят будут все ваши постановления, ваши занятия, ваши нравы; пусть польза заменит шаткие основания так называемой совести

В.Ф.Одоевский. Город без имени

Этика — своеобразный раздел философии; этическая система — это всегда некий набор правил и постулатов, са-



моограничений, которым следует (или не следует) свободная личность. Неизбежный оттенок назидания снижает ценность любого, даже самого правильного этического постулата. Единственный видимый путь обойти эту непродуктивную назидательность — апеллировать к здравому смыслу человека, обращаться к разуму, а не к эмоциям и верованиям, то есть прибегнуть к «практической», или «естественной», этике.

Действительно, самый сильный аргумент «за» лежит, как ни странно, в области вполне прагматической: можно утверждать, что «этичное» знание просто-напросто более надежно. Основная задача биолога — получить точную информацию о своем объекте. Ради этого он и идет на всевозможные сделки с совестью, берет образцы тканей, клеток, фиксирует животных, чтобы лучше их изучить. При этом он прекрасно понимает, что с образцами при подготовке и препаровке, химической фиксации происходят весьма сильные изменения. Парадоксально, но чем дальше мы заходим в глубь объекта, чем более изощренными методами анализируем его, тем сильнее удаляемся от его исходной, нативной структуры. Особенно больших успехов в этом направлении добилась морфология. В итоге за последние сто лет такого прогресса мы хорошо разбираемся в строении «мертвой» природы и совсем не продвинулись в понимании строения природы живой. Есть ли выход из этого методологического тупика?



Художник Н. Крашнин

Один из возможных выходов был предложен замечательной наукой о поведении животных — этологией. Есть две традиции изучения поведения животных, условно говоря, павловская и лоренцовская. Наш великий соотечественник, нобелевский лауреат И.П.Павлов всю жизнь занимался поведением животных, в частности собак, но его отношение к объекту было чисто «инструментальным»: сделаем собаке операцию, поместим в станок и будем считать капли слюны при выработке условных рефлексов. Получалась строгая, во многом механистичная модель поведения. А основатели этологии К.Лоренц, Н.Тинберген и их последователи взяли бинокли и вышли на пленэр для наблюдения за объектами — воронами, галками, чайками, гусями... Итогом этих наблюдений тоже стала Нобелевская премия, и, что еще важнее, этологи показали новый путь к пониманию сложнейших сторон внутренней жизни животных, тонких механизмов их поведения.

Не будем взвешивать, чей подход был более продуктивен: оба направления заняли свое место в истории науки. Гораздо важнее отметить, что натуралистический подход оказался как минимум не менее эффективен, чем физиологический. По сути дела, этология доказала продуктивность натуралистической этики.

Сделаем небольшой экскурс в историю и вспомним великого немецкого поэта И.-В.Гете. Известно, что Гете был выдающимся натуралистом свое-

го времени, одним из отцов современной ботаники. Гете впервые ввел в биологию представление о морфологии как о новой науке, описывающей строение биологических объектов. Отметим в первый раз, что здесь он перенес в биологию термин «морфология», хорошо известный ему как поэту и литературоведу.

Одним из ключевых понятий к пониманию гетевского подхода к ботанике было «посмотреть на мир с точки зрения растения». На первый взгляд это выражение можно воспринимать просто как парадокс, один из десятков и сотен афоризмов великого человека. Однако смысл его представляется гораздо более любопытным. Задача морфолога — понять и описать строение объекта. Как же исследовать строение живого существа, не повреждая его (говоря нашим языком, этично)? Если бы мы имели дело с человеком, то его можно было бы попросить описать самого себя. Но если мы будем «просить», приставив ему к горлу нож, то в лучшем случае получим вынужденный ответ на конкретный вопрос. Мы не узнаем всего того, что человек может рассказать о себе добровольно, в спокойном состоянии, что могли бы узнать, подружившись с ним. То же самое, говорит Гете, и с растением или животным.

Мы говорим об актере, что он «входит в образ» персонажа и показывает его нам, зрителям. Во времена Гете не было этологии, но великий драматург хорошо понимал природу лицедейства, постижение через отождествление. Поэтому он совершенно естественно спроецировал «вхождение в образ» на изучение живого мира растений. В этой трактовке задача биолога состоит в том, чтобы проникнуть в свой объект (недавно «Химия и жизнь» цитировала Барбару Мак-Клинтон, которая, отвечая на вопросы о своей феноменальной интуиции, говорила: «Когда я смотрю в микроскоп, мне кажется, что я попадаю в клетку и выглядываю из нее») — и именно тогда, когда его сущность не искажена грубым вмешательством. Пусть подопытное животное будет спокойно и довольно, цветок не распластан в гербарии, тогда наш объект сам покажет нам себя, выступит, как актер из театра Гете, а мы поймем, что он хотел нам показать, когда посмотрим на мир его глазами.

Нельзя не отметить, что сходные с Гете мысли высказывали позже наши замечательные биологи А.А.Любищев и С.В.Мейен. Последний так и назвал свою этику — «этикой сочувствия».

Если же натуралист, который наблюдает свой объект в естественных для



РАЗМЫШЛЕНИЯ

него условиях, сумеет адекватно зафиксировать наблюдение на пленку или диск, то мы получим в итоге максимально полную информацию о животном, о его поведении или морфологии. Мне уже приходилось писать для «Химии и жизни» о том, как этичное отношение к планарии помогло получить наиболее точные сведения о ее регенерации.

Заключение, или Кому нужна «окопная» правда

В литературе о Великой Отечественной войне одно время было принято различать генеральскую и солдатскую литературу. Какая здесь связь с нашей проблемой этики и биологии? Нечто общее есть. Нельзя сказать, что проблемам биоэтики в нашей стране не уделяется никакого внимания: принят закон о биоэтике, создан Национальный комитет по биоэтике, на уровне высших органов государства обсуждаются вопросы клонирования или ввоза в страну трансгенных животных и растений. Это правда, но не вся, это только «вид сверху», с министерских, генеральских вершин. Нужно, чтобы была сказана другая, лабораторная, «окопная» правда. А затем она должна быть услышана общественным мнением, чтобы всем стало ясно, что сами биологи в первую очередь заинтересованы в этом разговоре и в поиске выхода из этического тупика. Заодно и с наукофобией поборемся на своем участке поля.

Что еще представляется принципиально важным: все сказанное — это не досужие размышления, не анализ зарубежных достижений, а результат личного опыта автора, общения и многолетних дискуссий с коллегами. На самом деле, именно собственный опыт приводит человека к практической этике. Отсюда и надежда на разум, прагматизм и, как следствие, на достойное будущее для наших биологов и всей российской биологии.



Эволюция против деградации

Понятие «энтропия», $S=Q/T$ (где Q — тепловая энергия, а T — абсолютная температура), было эмпирически введено Клаузиусом в 1865 году для оценки части внутренней энергии термодинамической системы, которую невозможно превратить в полезную работу. В 1872 году для энтропии идеального газа (изолированной системы не взаимодействующих между собой частиц) Больцман теоретически вывел соотношение $S=k \cdot \ln W$, где k — некая константа (ее затем назвали постоянной Больцмана), а W — так называемая термодинамическая вероятность (число возможных перестановок частиц, не влияющее на макросостояние, то есть наблюдаемые свойства системы). Для идеальных газов энтропии Клаузиуса и Больцмана совпадают.

Принято считать, что энтропия служит мерой беспорядка, хаоса, и в изолированной системе, близкой к состоянию термодинамического равновесия, она может только возрасть, в чем и заключается смысл второго начала термодинамики. В свое время это привело Клаузиуса к мысли о неизбежности «тепловой смерти» Вселенной, хотя его оппоненты справедливо отмечали, что Вселенную нельзя считать ни изолированной, ни равновесной структурой. А в середине прошлого века Пригожин стал развивать представление о том, что в системах, далеких от состояния термодинамического равновесия, возможны процессы самоорганизации вещества, то есть рождения порядка из хаоса.

Впрочем, подобные мысли значительно раньше стали высказывать эволюционисты. Так, еще Дарвин заметил, что биологическая эволюция сопряжена не с деградацией, а с усложнением структур. К подобному же выводу приходили и космологи: действительно, ведь если все небесные тела возникли из первичного газопылевого облака, то какая это деградация? А многие биологи и сейчас счи-

тают, что процессы жизнедеятельности протекают вроде бы вопреки второму началу термодинамики.

Загадка решается просто: во Вселенной все стационарные структуры существуют благодаря силам физического взаимодействия, отсутствующим в идеальном газе. Поэтому для описания поведения реальных систем классическая энтропия не всегда применима.

В формуле Клаузиуса энергия Q представляет собой в действительности сумму кинетической и потенциальной энергий системы. Кинетическая энергия системы определяется хаотическим движением ее частиц (в предположении, что все направления равновероятны); соответственно, чем больше кинетическая энергия, тем больше и энтропия системы по Клаузиусу. Но это только в том случае, если система представляет собой реально не существующий идеальный газ. В реальном же мире дело обстоит совершенно иначе.

Обратим внимание на мир живого и посмотрим, есть ли там место для энтропии, — то есть проследим, как изменяется число кинетических элементов в единице объема системы по мере восхождения по иерархической лестнице эволюции.

При нормальных условиях в 1 см^3 газа содержится около 10^{19} атомов. В живой клетке плотность вещества выше, но его элементами служат не атомы, а гигантские белковые молекулы — примерно 10^{14} — 10^{15} штук в 1 см^3 . Живые ткани содержат в 1 см^3 около 10^9 клеток, а целостный организм состоит из нескольких сот органов. То есть чем выше иерархический уровень сложности объекта, тем меньше кинетических единиц содержится в единице его объема. А при их малом числе классическая энтропия теряет смысл, так как функция S по своему определению — величина статистическая.

Принято считать, что все живое повышает свою упорядоченность за счет того, что увеличивает хаос в окружающей среде. Но это — заблуждение,



поскольку из сказанного выше следует, что понятие «энтропия» неприменимо для описания поведения биологических объектов. Согласно мнению Вернадского, живое вещество не упрощает косную материю, а усложняет и множит ее разнообразие. Живыми организмами созданы месторождения нефти и многих неорганических полезных ископаемых; атмосфера Земли, содержащая кислород, поддерживается в этом явно неравновесном состоянии за счет фотосинтеза. О какой же деградации окружающей среды можно говорить?

Безусловно, «высококачественная» энергия солнечного излучения в конечном счете, после гибели растений и организмов, питающихся продукта-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

описывать только поведение идеального газа, но не любых объектов реального мира.

Тем не менее какой-то общий принцип должен лежать в основе устойчивости систем различных иерархических уровней. Классическая энтропия способна характеризовать лишь устойчивость простейших атомно-молекулярных структур. Что же касается живых организмов, то их устойчивость определяется процессами управления, лежащими в основе их функционирования, развития и эволюции. С этой точки зрения эволюция представляет собой высший и наиболее эффективный способ самосохранения вещества в виде определенных структур, она связана не только с заменой отдельных элементов конструкции, но и с ее непрерывной модернизацией.



Доктор технических наук
В.П. Майков

ми их биосинтеза, обесценивается. Но в неживой природе этот процесс идет гораздо интенсивнее: ведь поверхность Земли, поглощающая свет Солнца, затем излучает всю его энергию в космическое пространство в виде тепла.

Иначе говоря, каждый уровень организации нашего мира должен описываться своим языком: сложное явление нельзя понять, опираясь только на очень простые модели. Так, можно ли по срезу на пеньке дерева судить о форме его кроны и листьев, о запахе его цветов? Или попытаться узнать архитектуру здания, досконально изучив состав и структуру слагающих его кирпичей... Поэтому и законы термодинамики способны

Квантована ли энтропия?

В современном естествознании довольно часто обсуждается проблема триединства вещества, энергии и информации. Учитывая же, что информация тесно связана с энтропией, можно говорить о физическом единстве вещества, энергии и энтропии. Но не возникает ли при этом логического противоречия?

Действительно, вещество уже с древности признано дискретным; дискретность энергии провозглашена квантовой механикой почти столетие назад. А вот энтропию до сих пор считают непрерывной.

Можно, однако, предположить, что квантована и энтропия, причем ее квантом служит постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К. Тогда, по аналогии с дискретом энергии квантовой механики $h\nu$, где $h = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка, а ν — круговая частота, макроскопический дискрет энергии термодинамической природы должен быть равным kT .

Насколько органично этот принцип вписывается в структуру термодинамики? Из него следует, что как из классической, так и из квантовой физики придется исключить представление о бесконечно малых и бесконечно больших величинах, которое приводит, как известно, к многочисленным теоретическим затруднениям, называемым расходимостями. Вместе с тем использование принципа квантованности энтропии дает неординарные результаты.

Так, учитывая соотношение неопределенностей квантовой механики, можно получить выражение для характерного термодинамического интервала времени, имеющего порядок $\Delta t = h/2kT$. При 300K этот интервал равен $1,27 \cdot 10^{-14}$ с.

Что это означает? Одна из принципиальных и до сих пор не решенных проблем естествознания формулируется так: можно ли из равновесной, обратной термодинамики, основанной только на законе сохранения энергии, вывести представление о существовании в реальном мире «стрелы времени»? Оказывается, можно!

Но это еще далеко не все. Поскольку в вакууме ни одно материальное тело не может двигаться быстрее света C и также в пустоте быстрее света не может распространяться ни одно физическое взаимодействие, то из квантованности энтропии следует вывод о существовании характерного термодинамического объема — макроячейки радиусом $C \cdot \Delta t$. При 300K эта величина равна примерно 3,8 мкм, то есть порядка размера живой клетки...

Макроячейку можно рассматривать как короткоживущий, мерцающий надмолекулярный физический кластер. Уникальность такой ячейки заключается в том, что, с одной стороны, это максимальный микроскопический объем, к которому применимы законы квантовой механики, а с другой стороны, это минимальный макроскопический объем, к которому применимы некоторые классические понятия. То есть предположение о квантованности энтропии проводит границу между микро- и макромирами, а постоянная Планка становится не только микроскопическим, но и макроскопическим параметром.

В основе практически всех неклассических теорий лежат законы классической механики, оперирующей бесконечно малыми и бесконечно большими величинами; иногда такой подход называют «затравочной» классической моделью, из которой затем исключают величины,

не имеющие физического смысла. В предлагаемой версии термодинамики подобной «затравкой» служат известные физические принципы, сформулированные сначала в дифференциальной форме. Но использование принципа квантованности энтропии позволяет логично перейти от исчисления бесконечно малых математик к физически конечным предельно малым величинам, операции с которыми не приводят к возникновению расходимостей. То есть к величинам, которыми характеризуют не идеальные, реально не существующие объекты, а объекты мира, в котором мы живем.

Итак, будем считать реальную систему в целом строго равновесной, чтобы к ней было применимо только первое начало термодинамики. Но коль скоро эта система состоит из множества макроячеек конечных размеров, в которых происходят флуктуации с конечным временем Δt , то любую динамически равновесную материальную среду следует считать неоднородной. А именно, ее физико-химические свойства (температура, давление и т.д.) могут отличаться от тех же параметров окружающей среды. В результате на границе раздела макроячейки с ее окружением должны возникать скачкообразные изменения физических параметров, а также происходить явления, сходные по своей природе с явлениями на границе раздела фаз и позволяющие объяснить в понятиях термодинамики некоторые законы электромагнетизма. Подробно об этом можно прочесть в моей книге «Расширенная версия классической термодинамики — физика дискретного пространства-времени», изданной в 1997 году Московским государственным университетом инженерной экологии.

Естественно, что процедура макроквантования приводит к фундаментальному выводу о дискретности времени, поскольку $\Delta t \neq 0$. Это означает, что при обычных условиях (то есть при температуре порядка 300K) в кластерах существуют столь малые интервалы, в которых нет привычных понятий прошлого, настоящего и будущего — в них время как бы «перепутано». Как в свое время писал академик Ландау, будущая теория не станет оперировать точно определяемыми физическими характеристиками (даже в пределах квантовомеханической вероятности), так что их описание во времени окажется столь же иллюзорным, сколь иллюзорными оказались классические траектории частиц в квантовой механике. То есть внутри

каждого кластера не существует причинно-следственных связей, он представляет собой единое целое.

Известно, что подобная проблема обсуждалась еще в 30-е годы прошлого века в дискуссии Эйнштейна и Бора. Сейчас же эта проблема называется проблемой нелокальности: с одной стороны, квантовая механика локальна, то есть две частицы не могут одновременно находиться в одной и той же точке пространства, и это доказано экспериментально, но, с другой стороны, так же экспериментально доказано, что в квантовых явлениях, происходящих внутри макроячейки, возможны и эффекты нелокального характера, когда сигнал передается как бы мгновенно. То есть проблема дуализма «волна-частица» не может быть решена обычными методами физики, но ее способна решить термодинамика, которую я предлагаю называть нелокальной.

Как уже говорилось, нелокальность этой теории следует из отказа от использования представления о бесконечно малой математической точке как о реальном физическом объекте. Нелокальная термодинамика позволяет преодолеть существующий до сих пор разрыв между математикой и физикой. Например, существует проблема так называемой сингулярности. Что было до «начала» и что будет после «конца» света? Нелокальная термодинамика отвечает на этот вопрос так: поскольку бесконечно малых материальных точек в природе существовать не может, то и бесконечно малой точки-сингулярности (в ее математическом понимании) никогда не было, а была лишь некая макроячейка конечных размеров.

Нелокальная термодинамика хотя и носит квантовый характер, но она, в отличие от «копенгагенской школы» (согласно идеям которой до выполнения процедуры измерения микробъект как бы не существует), описывает явления в духе эйнштейновской «объективной реальности» без наблюдателя: в ней аналогом процедуры измерения слу-



ГИПОТЕЗЫ

жит взаимодействие макроячейки с окружающей средой. При динамическом равновесии макроячейка обменивается со средой порциями энергии кТ, и в среднем энергия системы сохраняется, то есть не нарушается первое начало термодинамики. Однако это может происходить только в том случае, если игнорировать принципы общей теории относительности. Если же учитывать релятивистские эффекты, то окажется, что флуктуационная энергия кТ, передаваемая макроячейкой в окружающую среду, обратно в эту ячейку передается лишь частично. То есть за каждый акт переноса макрокванта через границу макроячейки приходится как бы расплачиваться, отдавая часть энергии окружающей среде. А точнее, гравитационному полю.

В результате происходит не только самопроизвольное понижение температуры системы, но и уменьшение ее энтропии, что при желании можно интерпретировать как «нарушение» второго начала термодинамики, хотя в действительности оно не нарушается. То есть в природе реализуются процессы двух типов: диссипации, рассеяния энергии, сопровождающейся ростом энтропии (об этом явлении как раз и говорит второе начало термодинамики), и ее концентрации, связанной с убыванием энтропии и явлениями самоорганизации вещества (последний принцип можно назвать четвертым началом термодинамики).

Сразу же следует отметить, что в обычных условиях все релятивистские эффекты исчезающе малы. Так, согласно расчетам, в обычных условиях скорость самопроизвольного понижения температуры системы не превышает одной миллионной доли градуса за тысячу лет. Этого достаточно для существования эволюции в пространственно-временных масштабах Вселенной и невозможности ее «тепловой смерти» — Вселенная бессмертна! — но не позволяет надеяться на создание в земных условиях «вечного двигателя».



АТОМ — вечный двигатель



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

В соответствии с законами термодинамики, вечный двигатель второго рода невозможен. Иначе говоря, невозможно создать устройство, в результате работы которого энергия бы не обесценивалась. Так, вращающееся колесо рано или поздно остановится из-за сил трения и превращения кинетической энергии в тепло. То же самое утверждает и классическая электродинамика: электрический заряд, движущийся ускоренно, должен излучать электромагнитные волны и терять кинетическую энергию. Так, согласно простым расчетам, электрон в атоме должен «упасть» на его ядро за ничтожные доли секунды, поскольку движется с ускорением.

Тем не менее атомы устойчивы, так как, согласно известному постулату Н.Бора, в них существуют стационарные орбиты, находясь на которых электроны не излучают и не поглощают энергию и поэтому движутся как бы вечно, подобно току в сверхпроводнике.

Но при этом упускается из виду, что любая частица вещества, находящаяся в энергетическом пространстве Вселенной, представляет собой ее неотъемлемую часть. То есть атом нельзя считать частицей, абсолютно изолированной от внешней среды: он постоянно обменивается с ней энергией. Поставить же «чистый» эксперимент с единичным атомом, находящимся в пространстве, где не существует никаких физических полей, принципиально невозможно. Поэтому логично предположить, что атом устойчив только потому, что столько энергии теряет электрон, входящий в состав атома, столько же он ее и получает из внешней среды. Однако эту «фоновую» энергию невозможно зафиксировать никаким прибором, сделанным из того же вещества. В этом, на мой взгляд, и заключается физический смысл постулата Бора о существовании стационарных орбит.

А.В.Бутюгин,
Донецк

Разные разности

Выпуск подготовили

А.Ермаков,
М.Егорова,
Е.Лозовская,
Б.Силкин,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская

Наверное, Р.Холлинсуорт или его коллеги по Исследовательской службе Министерства сельского хозяйства США однажды просто выплеснули недопитый кофе на траву во дворе лаборатории. А в результате сделали открытие, попавшее на страницы «Nature» (2002, т. 417, с. 915) и в сводки новостей («BBC News», 2002, 26 июня).

Впрочем, вот факты. Ученые проверили, как аэрозоли с кофеином защищают растения от моллюсков-вредителей. Оказалось, что одно-двухпроцентный раствор этого алкалоида за два дня убивает почти всех улиток и слизней, а раствор с концентрацией 0,01% отпугивает их. Для сравнения: быстрорастворимый кофе содержит примерно 0,05% кофеина, а в кофе, сваренном из молотых зерен, его еще больше. Прогнать улиток можно и кофейной гущей, однако раствор значительно эффективнее: слизи уползают, едва дотронувшись до обработанной им почвы. Обычно со слизнями борются метальдегидом, но это вещество очень ядовито. Кофеин не настолько токсичен, и, даже если немного кофеина попадет в пищу, это неопасно.

Токсиколог П.Ашервуд из Ноттингемского университета в Великобритании полагает, что лучше всего применять кофеин в небольших садах и участках. К сожалению, это вещество может плохо действовать на полезных насекомых. Высокие концентрации (от 2%) способны повредить листву и вызвать пожелтение растений.

Пока неизвестно, как именно кофеин действует на моллюсков. Холлинсуорт предполагает, что отравляет нервную систему. Улитки, опрысканные кофеином, теряли координацию и начинали извиваться, у них нарушалось сердцебиение.



Террористы задали работу спецслужбам разных стран. Сейчас, когда взлетают на воздух машины и рушатся здания с людьми, особенно важно не допустить контрабанду ядерного оружия. Сотрудники Аргоннской национальной лаборатории Министерства энергетики США создали небольшие детекторы, которые позволяют международным инспекторам тайно контролировать перемещение урана, плутония и других веществ.

Сердце прибора — маленькая пластинка из полупроводника, арсенида галлия, покрытая бором или литием. Ударяясь об это покрытие, излучаемые ядерными материалами нейтроны порождают каскад заряженных частиц. Их и регистрирует прибор. Пластинка работает при комнатной температуре и высоких значениях радиационных полей, для «жизни» ей необходимо всего 50 вольт. «Рабочая часть пластинки размером с кнопку на воротнике рубашки, даже тоньше», — говорит Р.Клани, руководитель группы из отдела разработки технологий Аргоннской национальной лаборатории. Недорогая технология изготовления микрочипов позволяет делать детекторы на заказ, меняя при необходимости толщину и тип покрытия. Чувствительность прибора повышается, если на пластинке выгравировать цилиндрические выемки, как у мяча для гольфа. Авторы продемонстрировали успешную работу опытного образца. Они считают, что его можно использовать и для исследования космоса.

Новое устройство во многом удобнее, чем другие детекторы нейтронов. Газовые детекторы, в которых нейтроны ионизируют газ, слишком громоздки, и им нужно много энергии. А полупроводниковые датчики из кремния необходимо охлаждать после работы, они легко разрушаются от воздействия радиации и требуют более мощного источника тока («Argonne News», 2002, 21 июня).



Многие пауки украшают паутину едва видимыми узорами. Они сделаны из того же шелка, которым «окутывают» добычу. Рисунки — линии, круги, спирали — ежедневно обновляются. Пауки, которые декорируют свои сети, днем охотятся, сидя в центре паутины. Это заставляет исследователей думать, что узоры представляют собой визуальные сигналы или приманку, но о чем и кому сигнализируют пауки, неизвестно.

Зоолог Т.Блекледж удалил рисунки с части сетей американского шарообразного паука *Argiope aurantia* и выяснил, какие ловчие снасти лучше. В паутину без узоров попало на 30% больше добычи, зато украшенные сети намного реже посещали осы *Sphecidae*, убивающие пауков. По мнению Блекледжа, пауки балансируют между потерей в пище и возможностью быть съеденными. Он обнаружил, что, будучи голодными, членистоногие охотники менее склонны украшать паутину, но не может объяснить, как узоры защищают их. «Возможно, рисунки отвлекают внимание от самого паука», — говорит ученый, — давая ему шанс ускользнуть и спрятаться в безопасном месте».

Блекледж заставил пчел собирать нектар на искусственных цветах, сделанных из шелка пауков *Argiope* и тарантулов, которые никогда не занимаются украшательством. Пчелы быстро привыкли собирать нектар с цветков тарантула, но так и не смогли найти цветки из декоративного шелка. Шелк тарантула сильнее отражает ультрафиолет, который хорошо видят пчелы, но практически невидим в диапазоне длин волн, который доступен нам. А шелк шарообразных пауков очень хорошо отражает весь спектр. Почему-то это мешает пчелам его видеть («Nature News Service», 2002, 11 июля).



Словосочетание «жидкий свет» звучит странно, ведь только вещества могут находиться в разных агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном. Иногда о свете говорят как о газе, так как фотоны в пучке света движутся хаотично и создают давление, но эти слова никто не понимал буквально. Однако У.Мичинел и группа исследователей из Университета Виго в Оренсе (Испания) уверены, что свет можно считать газом и, подобно любому газу, его можно превратить в жидкость.

В разных средах, в зависимости от их свойств, скорость света меняется. Есть даже материалы (их называют «нелинейными»), в которых свет замедляется, когда становится выше его интенсивность. Таким образом, центр пучка замедляется сильнее, чем его края, и весь пучок фокусируется в точке, как если бы он прошел через выпуклую линзу.

Мичинел предлагает разработать материал, в котором свет задерживается обратно пропорционально его интенсивности. Тогда свет мощного лазера должен вытянуться в узкий пучок, который по своим свойствам похож на струю жидкости. Исследователи построили компьютерную модель светового импульса, сконцентрированного подобным образом. Оказалось, что у него есть что-то вроде поверхностного натяжения и он разбивается на мелкие капли при ударе о поверхность.

Единственная проблема — разработка самого материала. Мичинел надеется, что халькогенидное стекло, созданное коллегами из Реннского университета во Франции, подойдет для сгущения светового газа в жидкость.

Если эксперимент будет удачным, капли полученной «жидкости» могут стать носителем информации в оптическом компьютере. Быстродействие современных процессоров ограничивается скоростью электронов в электрической цепи. Оптический компьютер на фотонах значительно быстрее, но заставить свет отражаться от поверхностей без потери информации очень сложно («New Scientist», 2002, 7 июля).

Сотрудники Массачусетской больницы общего профиля обнаружили гормон, который позволит по-новому лечить диабет. Он способствует превращению стволовых клеток в клетки поджелудочной железы. «Это очень важное открытие, поскольку при диабете бета-клетки теряют способность к размножению и отмирают», — говорит руководитель работы Дж. Хэбнер.

Так называемый диабет первого типа развивается, когда иммунная система организма уничтожает бета-клетки, производящие инсулин. В результате нарушается обмен глюкозы, пациенту необходимы инъекции гормона. При диабете второго типа, наиболее распространенном, бета-клетки живы, но не могут произвести достаточно инсулина. Содержание глюкозы в крови возрастает, что, в свою очередь, приводит к отмиранию бета-клеток. Поэтому и в том, и в другом случае важно обеспечить их нормальную работу. Часто при диабете проводят трансплантацию клеток взамен утраченных, но они могут быть уничтожены иммунной системой, и инсулина по-прежнему будет не хватать.

Клинические испытания показали, что гормон поджелудочной железы, названный глюкагоноподобным пептидом 1, способствует делению бета-клеток и производству инсулина. Хэбнер и его коллеги выделили стволовые клетки поджелудочной железы и показали, что у них есть рецептор, который связывает глюкагоноподобный пептид. После этого они начинают производить инсулин. Если ученые смогут заставить стволовые клетки пациента превращаться в бета-клетки, диабет можно будет вылечить («EurekAlert!», 2002, 17 июля).



Белиз — страна в Центральной Америке — до прихода испанских завоевателей был центром цивилизации майя. Когда на севере ее, в городе Колха, археологи проводили раскопки, в захоронениях богатых индейцев они нашли множество керамической посуды: чаши, блюда, тарелки. Все эти вещи датируют 900 годами до н.э.— 250 годом н.э. В сосудах оказались остатки пищи, в том числе и следы шоколада. Их направили на изучение в компанию «Херши Фудс», где сотрудник Дж.Нерст исследовал находку с помощью новейших методов. Оказалось, что индейцы этого племени были большими любителями шоколада.

Скорее всего, шоколад ели не как отдельное блюдо, а использовали в качестве ингредиента вместе с водой, маисом, перцем чили и медом. Возможно, жидкость переливали из кувшина в кувшин до образования пены, которую майя и ацтеки считали самым вкусным в шоколадном напитке («BBC News», 2002, 17 июля; «Nature», 2002, т.418, с.289).

«Было забавно работать над этим проектом, — говорит Нерст. — Этот шоколад не имеет ничего общего с нынешним. Вероятно, по вкусу напиток напоминал смесь воды и порошка какао с добавлением некоторых специй. Вряд ли кто-то сейчас захотел бы это попробовать». Производство шоколада по рецепту майя компания пока не планирует.



Вот уже не первый год специально назначенное авторитетное жюри определяет лучших среди юных изобретателей Соединенных Штатов. «Симменс-Вестингаузовский конкурс технических идей» считается наиболее престижным в стране среди множества ему подобных.

В прошлом году первое место в личном зачете занял Р.Паттерсон, старшеклассник средней школы в городке Гранд-Джанкшен в штате Колорадо. Он сконструировал и уже успел запатентовать специальную перчатку, которая автоматически превращает язык жестов, используемый немыми людьми, в буквы, появляющиеся на экране компьютера. Можно себе представить, каким облегчением в жизни это может стать для многих людей, лишенных дара речи.

Вместе с медалью и дипломом юный изобретатель получил весомую премию в сто тысяч долларов для оплаты обучения в любом высшем учебном заведении США.

Среди команд победители две девушки, Ш.Биллет и Д.Сосновик — выпускницы женской школы в Хьюлетт-Бей-Парк под Нью-Йорком. Они изобрели сложное устройство, при помощи которого стало возможно измерять вязкость сверхтонких пленок смазки. Такие пленки встречаются в электронике, микроскопических механизмах и даже в искусственных суставах. Теперь все эти устройства станут проще конструировать, а результат получится значительно более предсказуемым. Подругам-изобретательницам вручили такую же сумму денег на двоих («Science», 2002, т.295, с.437).



Можно ли представить себе человеческую цивилизацию без какого-либо класса материалов? Ситуация «без камня» — все строительство ведется из дерева и кирпича, а позже из металла и пластика. Фараонам придется обойтись без пирамид, и без архитектуры Греции и Рима цивилизация будет выглядеть иначе. Ситуация «без дерева» еще хуже — там, где нет легкой добычи камня, придется жить в землянках, а что использовать в качестве топлива? Кошмар какой-то получается. «Без металла» — непонятно, как развивать технику: очень трудно, например, сделать двигатель внутреннего сгорания. А вот ситуация «без стекла» какая-то странная: ни дома, ни корабли, ни самолеты люди из стекла не делали, без очков прожить можно, телескопы были бы на параболических зеркалах, а простые зеркала для лучшей половины человечества в древности все равно были металлическими, так что вроде бы особых проблем не возникает, но все равно остается ощущение, что человек был бы иным. Другая у него была бы психология, будь наши дома и поезда без окон. А как выглядел бы автомобиль? Слюды не напасешься... Так или иначе, но представить себе, что вокруг нас нет ни одного стеклышка, трудно.

Человека всегда сопровождало стекло — сначала в виде посуды и украшений, позже — окон и витражей, наконец, приборов: оптических (микроскоп, телескоп, очки) и не только оптических (барометр, градусник). Следовательно, основных областей применения было три. Первая — конструкционный материал, который не обязан быть прозрачным, но может таковым и быть — для красоты, оригинальности, удобства. Это, например, посуда, перегородки из стеклоблоков в строительстве. Вторая область применения — прозрачный материал, который должен пропускать свет и не пропускать пыль, ветер, снег и дождь. А заодно и не позволять, чтобы человек случайно или нарочно засунул свой палец куда не надо. Это окна и крыши в строительстве, «окошки» приборов, стекла часов. Наконец, третья область применения — материал, который что-то делает со светом: преломляет, фильтрует, поворачивает плоскость поляризации, изменяет частоту, сдвигает фазу. К этой же группе относятся, в частности, стеклянные украшения. На Западе бижутерию ввела в моду сама Коко Шанель в 40–50-е годы, и в очередной раз эта мода вернулась несколько лет назад. Разумеется, на стеклянной перегородке и на стекле часов может быть рисунок — красиво жить не запретишь. Более того, именно эта возмож-

Стекло сегодня





ность может соблазнить конструктора применить стекло. И как же обстоят нынче дела у стекла по этим трем направлениям?

Конструкционное стекло

Посуду из стекла производят много веков. В последнее время рост спроса на нее связан с применением СВЧ-печей, хотя в принципе для них годится любой хороший диэлектрик — фарфор, керамика, пенопласт, бумага. По-прежнему применяют стеклянные перегородки в строительстве и стеклянные панели на остановках транспорта, хотя во всех этих случаях есть некоторые дополнительные аргументы в пользу именно стекла — или лучшая освещенность, или кажется, что так красивее, или полиции лучше видно бомжа и наркомана. Не исключено, что конструкционное применение стекла станет шире за счет дополнительных функций. Например, в так называемом «умном доме» (компьютеризированном жилище будущего) стеклянные панели с смонтированными нагревателями будут поддерживать тепло в помещении, а посуда сама обеспечит наиболее экономичный подогрев пищи.

В строительстве используют и матовое стекло (поверхность обрабатывают пескоструйным аппаратом или травят плавиковой кислотой), и стекло с нанесенным на поверхность рисунком. Причем рисунок может быть и рельефным, и цветным, а способов раскраски стекла существует множество.

В качестве конструкционного материала стекло уже целый век используется в электронике. Из него сделаны оболочки большинства электронных ламп, которые до прихода транзисторов были главным электронным прибором, а в области высоких частот и больших мощностей остались таковыми по сей день. В полупроводниковой технике стекло применяют как материал подложки, но это, скорее, экзотика. Зато кинескопы — и телевизоров, и мониторов, — как и раньше, делают из стекла. И эту ситуацию не

изменяют ни газоразрядные панели, ни жидкокристаллические. Более того — все нововведения вроде телевидения высокой четкости (ТВЧ) и «домашних кинотеатров» используют стекло. Прозрачной у кинескопа должна быть, конечно, только передняя поверхность, но часто его проще делать целиком стеклянным.

А вот использование кристаллических стекол (ситаллов) в качестве имплантатов для замещения костей — относительно новое направление. «Химия и жизнь» писала о состоянии дел в этой области совсем недавно — в № 2 за 2002 год (попутно заметим, что стекло — тема для нашего журнала традиционная, например о нем была статья в самом-самом первом номере).

Просто прозрачное стекло

В этой группе как была, так и остается актуальной проблема безопасных автомобильных стекол. Как шутят автомобилисты, «после аварии он понял, почему ветровое стекло называют лобовым». Раньше в качестве безопасных стекол применяли триплекс. Это композит, материал, состоящий из трех слоев: стекло, пленка, стекло. Если такой материал разбить, он не рассыплется. Создал его почти век назад французский химик Эдуард Бенедиктус — в 1907 году. Колбу, которая была покрыта изнутри целлюлозой, он уронил на пол случайно, но, увидев, что с ней произошло, сделал правильные выводы. В нынешнем триплексе применяют не целлюлозу, а поливинилбутиралевою пленку. Триплекс делит рынок с закаленным стеклом, которое хоть и рассыпается, если его разбить, но кусочки получаются без острых краев. А иногда для пущей безопасности из закаленного стекла делают и триплекс. Особую, как вы понимаете, популярность имеют в России в последнее десятилетие пуленепробиваемые стекла.

Ну разумеется, по-прежнему производят в огромных количествах оконное стекло. Однако простое оконное



стекло понемногу вытесняется таким, которое преобразует падающий на него свет, — «умным стеклом». (Да и вообще, как мы не раз отмечали, вещи, с которыми человек имеет дело, становятся все умнее и умнее, и человеку было бы не вредно брать с них пример.)

Стекло, преобразующее свет

Цветные стекла — это и сегодня, как в средние века, подбор добавок и режима термообработки. Веществ, которые можно добавить к стекломассе, много, а режимов термообработки еще больше. Поэтому поиски идут все время, и технологи все время находят что-то интересное. А применяют цветное стекло и в строительстве, и в производстве очков, и в предметах обихода и украшениях — например, в лампах с абажурами из кусочков цветного стекла (наподобие витражей) и бижутерии. Человек хочет жить красиво, и особенно этого хочет лучшая половина общества. Именно женщины загружают работой стекловаренное производство и кормят науку, которая выясняет, как получить стекло невиданных цветов.

Как делают витражи? По классической технологии кусочки цветных стекол соединяются между собой профилем из свинца, меди или латуни. В конце XIX века была изобретена новая технология сборки — каждую стеклянную пластину оправляют фольгой, затем пластины спаивают друг с другом. Известны и другие технологии, например на листе стекла собирают рисунок будущего витража из кусочков цветного стекла, затем стекло разогревается до 850°C и спекается в цельный пласт. В другом варианте для отливки витражей используют металлические формы, в нижней части которых есть рельефные углубления. В эти углубления заливают расплавленное цветное стекло, а затем его покрывают слоем прозрачного стекла.

Существуют и технологии, по которым витраж можно изготовить самому, в домашних условиях. Подготовьте картон с рисунком. Резку цветного стекла делайте по рисунку. На картон положите лист стекла. Приготовьте раствор: 1 часть цемента, 3 части песка и 1 часть клея ПВА. Смажьте края цветных стекол и приклейте их к основному стеклу. После подсыхания залейте раствором пространство между кусочками цветного стекла. При такой обработке раствор не подтекает под стекла, и витраж получается аккуратным.

Коль скоро стекло прозрачно и свет пронизывает его насквозь, то разные слои стекла могут влиять на свет по-своему. Например, мы можем записать информацию в стекле не только на поверхности, как на CD-ROM, а во всем объеме. В печати появились сообщения о том, что в Югославии разработаны гипер-CD с емкостью 10 Тбайт. Информацию записывают на диск диаметром 12 см и толщиной 1 см из флуоресцентного светочувствительного стекла. Для записи участок стекла подвергают воздействию излучения, меняющего его коэффициент флуоресценции.

Стекло, которое ослабляет сильный свет и не трогает слабый, называется фотохромным. Понятно, какая польза от такого стекла в солнцезащитных очках. К сожалению, время затемнения стекол составляет полторы — две минуты, а просветления — пять — семь (у фотохромных пластмасс оно несколько меньше). Затемняется стекло для всего спектра, но реагирует оно сильнее на ультрафиолетовое или коротковолновое видимое излучение. То есть на ярком солнце очки темнеют сильнее, чем при свете прожекторов, даже при той же освещенности. Поглощение при минимальной освещенности может составлять 5%, и тогда при максимальной — 50%, а у более темного стекла — 30%, и при максимальной — 80%. Светочувствительность этих стекол обусловлена или переходами электронов между элементами переменной валентности (например, Eu и Ce), или обратимым фотолизом галогенидов тяжелых металлов (галогениды равномерно распределены в объеме стекла в виде микрокристаллических образований). Наиболее распространены стекла с галогенидами серебра — благодаря высокой оптической плотности, достигаемой при затемнении, а также быстро потемнению и просветлению. Встречаются фотохромные стекла с галогенидами меди и хлоридом таллия.

Для сбережения тепла в помещении желательно иметь стекло, которое пропускает снаружи свет, то есть излучение в видимой части спектра, и отражает внутрь комнаты тепловое излучение, то есть инфракрасное с длиной волны порядка 10 мкм. Стекло, покрытое тонкими пленками некоторых веществ, имеет как раз такие свойства. Эти стекла были созданы относительно недавно — в 80-е годы, английской фирмой «Пинкелтон». Например, стекло с серебряным покрытием определенной толщины пропускает 80% света и отражает 90% инфракрасного излучения. Если учесть, какие энергетиче-



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

ческие проблемы стоят перед человечеством, то становится ясно, почему исследования в области теплосберегающих окон ведутся очень активно.

Для уменьшения теплотерь используют также вакуумирование пространства между стеклами или заполнение его газом с низкой теплопроводностью (такие конструкции называют «стеклопакетами»). Но это уже не относится к технологии самого стекла. Равно как и весьма интересные попытки создать окно, светопропускание которого управляется электрически — при подаче напряжения на прозрачные электроды, нанесенные на два стекла, пространство между ними перестает пропускать свет. В одном из вариантов таких «электрических занавесок» пространство между стеклами заполняют жидкокристаллической средой.

В этой статье мы старались ограничиться рассказом о том, что люди делают непосредственно со стеклом. Однако покрытие его пленками металлов — это уже не совсем «со стеклом»: ведь пленка располагается на границе стекла. Именно здесь, на границе, могут быть применены новые технологические и конструкторские идеи. А стало быть, созданы новые приборы — например, такие перспективные и важные, как сенсорные экраны. Но, как пишут в подобных случаях, надо что-то оставить и на другой раз.



Об актуальных направлениях развития стекла нам рассказали те, кто делает мир прозрачнее, — сотрудники Института стекла, создатели стекол

*Вадим Ефимович Маневич
и Дмитрий Львович Орлов*

В настоящее время в России на отопление расходуется примерно в три раза больше энергии (при той же площади помещения), чем в Скандинавских странах. Половина энергии уходит из помещения через стены, половина — через окна. Значит, надо улучшать теплоизоляцию стен и уменьшать теплопотери через окна. Стекло способно решить обе проблемы.

Начнем со стен. Теплоизоляция должна быть легкой, пожаробезопасной, не выделять вредных веществ и не ухудшать со временем своих теплоизолирующих свойств. Синтетические материалы (например, пено-

пласт) очень удобны технологически, но у них есть свои недостатки — они горючи и выделяют вредные вещества (многие при эксплуатации, и все — при горении), зачастую бывают уязвимы для микроорганизмов, насекомых и грызунов. Понятно, что этих недостатков нет у стекла — оно не горит, ничего не выделяет, и никто его не ест. Однако стекловолоконистые материалы и материалы из минерального волокна поглощают влагу и портятся со временем. Так что мы естественным образом приходим к идее пеностекла — оно имеет замкнутые поры и поэтому негигроскопично.

Чтобы его получить, к стеклу в процессе изготовления добавляют десятые доли процента CaCO_3 , который либо разлагается с выделением CO_2 , либо взаимодействует с SiO_2 , опять же выделяя CO_2 , или добавляют углерод (графит, сажу, каменный уголь), который восстанавливает серу, окисляясь опять же до CO_2 .

В любом случае углекислый газ вспучивает стекло, и получается легкий (в семь раз легче воды), прочный, негорючий, долговечный, негигроскопичный теплоизолирующий материал. Дополнительное удобство в том, что для изготовления пеностекла можно использовать отходы стекла, которых много в северных районах и которые там некуда девать, а пеностекло, как легко догадаться, чем севернее, тем нужнее.

Второе направление — теплосберегающие стекла. Отражающие покрытия на стекле — это многослойное вакуумное напыление, причем покрытия бывают двух типов, их называют — «мягкое» и «твердое». Второе действительно более стойко, но оно дороже, а мягкое покрытие может применяться только для внутренних поверхностей стеклопакетов — там оно защищено от внешних воздействий, как механических, так и климатических. Заметим, что до какого-то момента эти два направления — стекла с покрытиями и стеклопакеты — конкурировали. Сейчас они стали взаимодействовать, и комбинированный вариант оказался наиболее эффективным.

Третье направление — безопасные стекла. Сюда

относятся стекла, которые не бьются или разбиваются на безопасные осколки (без острых кромок), и стекла, которые не разрушаются в течение какого-то времени в огне, то есть могут препятствовать распространению пожара. Известно, что значительная часть пострадавших в автомобильных авариях и при разрушении жилых зданий — это раненные острыми осколками. На Западе довольно широко распространены огнестойкие стекла, а в высотных зданиях применяют закаленные стекла.

Наконец, четвертое, совсем прозаическое, применение — бутылки. Суммарное потребление напитков в России за последние десять лет увеличилось в несколько раз. Между тем пластик пропускает кислород и углекислый газ, поэтому высококачественные напитки обычно продают в стеклянной таре. И эту тару кто-то должен делать. Сбор возвратной тары проблем не решает еще и потому, что заводы норовят мыть не тем, чем положено (эти средства дороги), а каустиком, а после него не отмывают бутылки как следуют. Так что «поллитры», «чекушки», пивные бутылки, фигурные бутылочки для соков и газировки, а также всевозможные пузырьки и флакончики еще долго будут предметом размышления технологов — и важной частью нашей материальной культуры.

Fe Гормон железа

Найден гормон, регулирующий содержание железа в организме, но пока только у мыши. Однако по значимости эту работу уже сравнивают с открытием инсулина (гормона, регулирующего концентрацию сахара в крови). Говорят даже, что это исследование, сделанное в Институте Кошен в Париже и опубликованное в апреле в известном американском журнале «Proceeding of The National Academy of Science», может претендовать на Нобелевскую премию по медицине.

Это открытие, как и многие, — в какой-то степени результат случайностей. Принадлежит оно не маститому ученому, а молодому (31 год), только что защитившему диссертацию исследователю Гаелю Никола. Более того, работа сделана примерно за 18 месяцев. Надо сказать по справедливости, в парижском институте созданы замечательные условия для работы, да и шеф постдокторанта — директор института Аксель Кан, гематолог и гепатолог одновременно. А гормон, ответственный за содержание железа, как раз и находится на стыке двух наук.

О железе известно довольно много. Это один из наиболее важных для нашего организма металлов, входящий в состав более 70 различных ферментов; с помощью железосодержащих биомолекул происходит перенос электронов в митохондриях и других клеточных структурах, перенос и запасание кислорода в эритроцитах и многое другое. Известны не только ферменты, но и множество других белков, участвующих в усвоении железа и его выведении. Ученые точно знали до настоящего времени, что существует четко выраженная обратная связь между количеством железа в организме и его всасываемостью в пищеварительном тракте. Но механизм этой регуляции, как писали в учебниках, «еще недостаточно изучен».

Железо наш организм получает исключительно из пищи. Три четверти от усвоенного остается в крови, а четверть оседает в печени и селезенке как резерв. Таким образом, каждый день примерно 1 миллиграмм железа приходит

Вместе со всеми питательными веществами железо выходит из желудка в двенадцатиперстную кишку, где его захватывают кишечные ворсинки



и столько же выводится, а всего в нормальном организме циркулирует от 3 до 4 граммов этого металла. Как только что-нибудь ломается в этом круговороте, наступает катастрофа. Если железа мало, то резко падает количество гемоглобина и, следовательно, насыщение тканей кислородом, а организм хиреет. Такое состояние называется анемия. Избыток железа (или гемохроматоз) приводит к еще более катастрофичным последствиям: он провоцирует появление свободных радикалов, которые активно взаимодействуют с клетками. В частности, с клетками таких важных органов, как печень, сердце, поджелудочная железа. В результате возникают тяжелые заболевания — рак и цирроз печени, инсулинозависимый диабет, кардиомиопатия, проблемы с щитовидной железой. Все эти болезни сопутствуют наследственному гемохроматозу. Во Франции этой болезнью страдает один человек из трехсот, а в северо-западной области Франции, Бретани, вообще каждый седьмой (ее даже называют «болезнь бретонцев»). Есть еще так называемый вторичный гемохроматоз, или талассемия, — это тоже наследственное заболевание, и дает оно сходные осложнения.

Необходимое количество железа в нашем организме обеспечивает довольно сложную систему. Сначала железо поглощают клетки кишечника (энтероциты), и в этом процессе задействовано довольно большое число белков (редуктаз, оксидаз, транс-

портных белков). Ученые давно подозревали, что все эти «действующие лица» подчиняются какому-то гормону (см. рисунок). Именно этот гормон и был найден, равно как и ген, который его кодирует.

Оказалось, что гормон в общем-то уже известен. Совсем недавно его выделили дважды целых две исследовательские группы, только никто и не подозревал, какова его основная функция. Действительно, в июле 2000 года немецкие ученые из Ганновера нашли в печени пептид (короткий белок) из 25 аминокислот, проявляющий антимикробные свойства. Этот же пептид в 2001 году обнаружили в человеческой моче ученые из Лос-Анджелеса. Американцы подтвердили его антимикробные свойства и даже показали, что он синтезируется в основном в печени. Из-за печеночного происхождения вещество называли гепсидином. Планировали сделать из него антисептик, но теперь гепсидину, видимо, уготована совсем другая судьба.

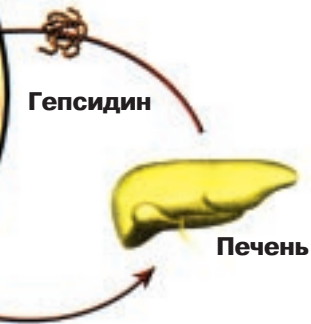
В 2000 году в Институте Кошен, в отделении генетики, развития и молекулярной патологии Гаель Никола изучал метаболизм глюкозы. Для эксперимента он использовал линию мышей-мутантов, у которых был «нокаутирован» (выключен) ген USF2. Этот ген кодирует белок, который дает сигнал другим генам, имеющим непосредственное отношение к метаболизму глюкозы. Препарируя мышек, молодой ученый с удивлением обнару-

Только в одной Франции более миллиона человек страдают от избытка (гемохроматоза) или недостатка (анемии) железа и с нетерпением ждут лекарств, которые наверняка появятся благодаря этому открытию



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Гормональная регуляция: печень вырабатывает гормон гепсидин, который подает сигнал клеткам крипты. Смотри по тому, сколько гепсидина на них подействует, они, становясь зрелыми энтероцитами, захватывают больше или меньше железа. При избытке железа печень вырабатывает больше гормона, и он ограничивает абсорбирующую способность энтероцитов



жил, что их поджелудочная железа и печень необычного коричневого цвета. Анализ показал: эти органы просто переполнены железом. Поняв, что тут что-то не так, его шеф настоял, чтобы вся группа занялась решением этой таинственной загадки.

Исследователи предложили гипотезу: ген *USF2*, которого не хватало у мышек, влияет на работу другого гена (*Hfe*), вовлеченного в метаболизм железа. Про *Hfe* давно известно, что его мутация вызывает гемохроматоз у людей. Она называется *C282Y*, и ее находят у 80% пациентов с наследственным гемохроматозом. Правда, эту гипотезу пришлось тут же отвергнуть: *USF2* не влияет на *Hfe*, поскольку у мышей с выключенным *USF2* *Hfe* работал абсолютно нормально. Значит, здесь замешан совсем другой ген, который и ответствен за весь этот избыток железа у мышек.

Чтобы определить, что это за ген, Г. Никола решил проверить работу всех генов у нормальных и «нокаутированных» мышей. Методом последовательного исключения он наконец-то нашел тот, который не функционирует у подопытных мышек. Связан ли он как-то с метаболизмом железа? Это выясняла уже другая группа исследователей из города Ренн (Бретань): покормив нормальных мышек едой с избытком железа, они обнаружили, что именно этот ген спровоцировал образование огромного количества уже известного нам пепти-

да гепсидина, открытого незадолго до этого немецкими и американскими исследователями. Проанализировав все результаты, в Институте Кошен сделали единственно возможный вывод: гепсидин – это и есть тот гормон, который тормозит или ускоряет всасывание железа в кишечнике. Нашлось объяснение и избытку железа в органах у «нокаутированных» мышек: когда у них «выключали» *USF2*, заодно случайно «выключили» и этот ген, поскольку он расположен по соседству на молекуле ДНК. Это очень быстро подтвердилось — мышки, у которых *USF2* изъяли более аккуратно, не повредив соседний участок, не страдали никакой аномалией усвоения железа.

Достаточно ли фактов, чтобы объявить всему миру, что гепсидин — гормон, регулирующий содержание железа? Наверное, да, но ученые решили не торопиться и поставить еще один эксперимент. Ведь если гепсидин — гормон, контролирующий (точнее, ограничивающий) поглощение железа, то мыши, у которых он образуется в избытке, должны быть анемичными. Сделали еще одну линию трансгенных мышей, для чего в оплодотворенные яйцеклетки нормальных мышей впрыснули дополнительный ген, ответственный за выработку гепсидина. В результате получились эмбрионы с аномально большим количеством гепсидина. После рождения у них была такая сильная анемия, что ни одна мышка не выжила.

Казалось бы, теперь можно перейти от мышей к человеку. Но это не просто, поскольку открытие гепсидина не ответило на все вопросы. Как именно он работает, кто выполняет его команды? Можно предположить, что гепсидин, как дирижер, руководит целым «оркестром» генов, тоже вовлеченных в метаболизм железа. К примеру, инсулин открыли еще в 1922 году, но до сих пор до конца неизвестен механизм его работы» говорят исследователи.

В частности, не очень понятно, что делать с 20% пациентов, больных наследственным гемохроматозом, у ко-

торых не нашли мутации *C282Y* в гене *Hfe*. После двух лет исследований (уже на людях) нашли мутацию в двух других генах, кодирующих трансферрин и ферропортин (белки, участвующие в транспорте железа). Однако мутации в гене, ответственном за гепсидин, у человека так до сих пор и не нашли. Ученые надеются, что в ближайшие годы все-таки смогут разобраться в этом.

В любом случае открытие гепсидина внушает надежду, что будут синтезированы новые лекарства. В частности — для больных наследственным гемохроматозом, лечение которых по сей день заключается в том, что им регулярно делают кровопускания и таким образом удаляют избыток железа из организма. В истории борьбы с этой болезнью произошло большое событие, когда придумали делать диагностический тест на мутацию *C282Y* в гене *Hfe* и кровопускания начали практиковать еще до появления опасных вторичных симптомов. Может быть, гепсидин, регулируя напрямую поглощение железа в кишечнике, позволит вообще уйти от кровопусканий. Кроме того, миллионы человек в мире больны вторичным гемохроматозом, или талассемией. Таким пациентам делают переливания крови, а потом избыток железа убирают с помощью хелатирующих агентов. И для этих больных гепсидин может быть решением проблемы.

А еще можно попытаться сделать антигепсидин, для страдающих анемией. Таких людей очень много, поскольку анемия сопутствует многим хроническим воспалительным процессам. Если причиной нехватки железа окажется избыток гепсидина в организме, тогда есть шанс, что антигепсидин поможет этим больным.

Ну что ж, подождем практических результатов, тем более что ждать, по мнению ученых, придется недолго.

Подготовила
В. Благутина
по материалам
«Science et vie»

Черная лента смерти



Коралл
Diploria strigosa
из Карибского моря,
погибающий
от черной ленты.

С. Комаров

Если внимательно приглядеться к фотографии коралла, то нетрудно заметить: на его макушке чего-то не хватает. А не хватает самого главного — колонии живых организмов, гидридных полипов, которые, собственно, и образуют это странное существо-сооружение. Поэтому оголился известковый скелет.

Скальп с коралла сняли бактерии. Именно они соорудили бактериальный мат — черную полосу, разделяющую обнаженный скелет и область живых существ. Изучением этих бактерий и вызванного ими заболевания кораллов «черная лента» (black band disease) заняты ученые с геологического факультета Иллинойского университета (США) во главе с профессором Брюсом Фуке.

Это заболевание около тридцати лет назад поразило кораллы, живущие во всех тропических морях планеты. Первоначально возникла мысль, что причина в загрязнении окружающей среды. Во всяком случае, именно в наиболее грязных водах залива Св. Анны острова Кюрасао из архипела-

га Малых Антильских островов американские ученые нашли больше всего заболевших кораллов. А этот залив весьма часто посещают гражданские и военные суда. Однако дальнейшее исследование показало, что не все так просто.

В уничтожении кораллов участвует не одна бактерия, а целое сообщество. Его основа — нити из цианобактерий, или, как их еще называют за способность к фотосинтезу, сине-зеленых водорослей. Они-то и образуют бактериальный мат, в котором находят пристанище другие микроорганизмы. При этом на больном коралле живут совсем другие водоросли, нежели на здоровом.

Анализ генов, которые кодируют одну из РНК бактерий (16S rRNA), показал: в двух океанах, лежащих на разных краях Земли — Атлантическом в районе Антилл, и Тихом у Новой Гвинеи, действует один и тот же микроорганизм. Во всяком случае, 57 анализов 12 образцов, взятых из черных лент на больных кораллах, показали одинаковую уникальную последователь-

ность нуклеотидов. То есть болезнь вызвана глобально распространенным патогеном. А четкой связи болезни с местами загрязнения обнаружить не удалось.

Увы, определить, какой микроорганизм самый зловредный, ученые пока не смогли. Конечно, легко все свалить на сине-зеленую водоросль, но вполне может оказаться, что она лишь формирует среду, благоприятную для губителя коралла. Например, среди водорослей ученые нашли бактерии, болезнетворные для человека, но непонятно, то ли они попали в черную ленту в результате загрязнения воды, то ли действительно принимают активное участие в развитии болезни. Пока что модель гибели кораллов такова: сообщество микроорганизмов совместными усилиями создает уникальную физическую и химическую среду. В ней селится патогенный микроорганизм, и вот тогда начинается уничтожение коралла. Ну а главная причина всей этой трагедии конечно же повышение температуры воды в верхних слоях океана.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Справка

Иллинойский университет расположен в 225 км южнее Чикаго. В нем учится более 37 тысяч студентов, которые осваивают самые разные специальности, например: законодательство, сельское хозяйство, управление, связь, образование, авиацию, ветеринарию или инженерные науки. Сейчас в университете работают 11 нобелевских лауреатов. На факультете геологии действуют 14 кафедр. Исследованием болезни кораллов занималась группа профессора Фуке с кафедры геомикробиологии. В эту группу входят пять человек, в том числе три студента. А всего группа за последние три года выпустила двенадцать дипломников. Основное направление исследований — идентификация микроорганизмов, которые живут в различных условиях. Информацию в Интернете см. на www.uiuc.edu, адрес руководителя группы Брюса Фуке: fouke@uiuc.edu.

Вернется ли малярия в Россию?

Кандидат биологических наук

М.И.Соколова



ЗДОРОВЬЕ

В середине XX века малярия в России практически сошла на нет. На ее ликвидацию были потрачены десятки лет напряженной работы многих людей. Покончив с этой болезнью, специалисты продолжали бороться с редкими вспышками и удерживать на низком уровне численность кровососущих комаров — переносчиков малярии. Однако кто же будет долго воевать с призрачным врагом? Напряженность борьбы ушла в прошлое. Проблему малярии заслонили другие, не менее серьезные — СПИД, туберкулез. Эпидемии малярии, которые уносили тысячи жизней в нашей стране, теперь кажутся невозможными, хотя природные условия не мешают ей распространяться во многих российских регионах. Готовы ли мы к тому, что она может вернуться?

Нижеприведенные заметки рассказывают обо всем этом лишь в общих чертах. Профессионалам известно много научных фактов, которые выходят за рамки нашей публикации. Подробно они будут обсуждаться 6–12 октября 2002 года на Первой международной школе-семинаре в Москве, в Институте общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН.

Малярия в России: как это было

В России, казалось бы, нет классических малярийных мест — знойных и душных тропических болот. И все же малярия чувствовала себя в нашей стране очень привольно. В конце XIX — начале XX столетия русский врач В.В.Фавр насчитывал в Российской империи около 5 млн. заболевших ежегодно. Перед Первой мировой войной регистрировали 3,5 млн. больных. Особенно страдало население окраин: Поволжья, Закавказья и Средней Азии. В 1845 году в войсках на Черноморской береговой линии из 10 000 человек умерло 2500. В некоторых гарнизонах в течение трех-четырёх лет полностью сменялся состав. Энтомолог И.А.Порчинский, один из создателей медицинской энтомологии в России, в 1911 году писал: «В Абхазии, среди самой роскошной, но безлюдной природы, я видел целые кладбища и русских, и немецких переселенцев, совершенно вымерших здесь в течение восьми-десяти лет от малярии». Малярия не только сокращала население, она мешала защищать границы и осваивать богатейшие районы.

Проблема была настолько остра, что в 1903 году по предложению В.В.Фавра при Пироговском обществе врачей была создана Комиссия по изучению малярии в России. Во главе комиссии стояли такие выдающиеся ученые и организаторы, как Г.Н.Габричевский, Н.Н. Берестнев и Е.И.Марциновский. При Департаменте по земледелию

было создано бюро по энтомологии, которым многие годы руководил И.А.Порчинский. Бюро издавало научные монографии по малярии, малярийным комарам и борьбе с ними. В 1913 году на средства врачей и на пожертвования по подписным листам в Батуми была организована первая и единственная в дореволюционной России малярийная станция. Однако в Первую мировую войну все эти организации закрыли.

Борьба возобновилась в 1920 году. В Москве, Харькове, Ереване, Баку, Тбилиси, Сухуми, Бухаре, Душанбе и Махачкале были учреждены тропические институты. При Зоологическом институте АН СССР в Ленинграде академик Е.Н.Павловский учредил комиссию по изучению малярийных комаров. В 1920 году были организованы курсы по маляриологии для военных врачей, а затем для маляриологов с широкой программой обучения по эпидемиологии, лечению, изучению переносчиков и мерам борьбы с ними. В 1920–1930-е годы Е.И.Марциновский заложил научные основы борьбы с малярией. Он был одним из организаторов широкой сети малярийных станций, число которых к 1952 году достигло 2150. Эту работу продолжил П.П.Сергиев, под чьим руководством долгие годы работала противомаларийная система страны. Сотрудники станций и врачи проводили огромную работу: выявляли, госпитализировали и лечили больных, занимались санитарным просвещением.

В противомаларийных мероприятиях участвовали не только врачи. Химики наладили производство инсектици-

дов и синтетических лекарств, заменивших известный всем хинин. 20-е годы на основе плазмохина и атебрина немецкой фирмы «Байер» они разработали свой препарат, акрихин. (Работы по расшифровке структуры иностранных лекарств и синтезу акрихина проводились в лаборатории ЛАСИН, рядом с тем местом, где сейчас находится редакция журнала «Химия и жизнь».) Специально для производства нового препарата построили завод «Акрихин». Мелиораторы и гидростроители осушали болота, засыпали или расчищали водоемы, в которых развиваются личинки комаров. Население призывали использовать сетки на окнах (это называлось «засетчивание помещений»), спать под пологом, не держать на дворе открытыми кадки и прочие емкости с водой. Даже населенные пункты иногда планировали с учетом «зоопротилактики» малярии. При строительстве новых поселков устраивали «защитный барьер» из хлевов между поселком и местами выплода комаров (болотами, прудами, озерами). Таким образом комары отвлекались на крупный рогатый скот.

В результате многих усилий заболеваемость начала понемногу снижаться. В 1930 году зарегистрировали 2 млн. 700 тыс. случаев малярии. После этого финансирование сократили, и в 1934–1935 годах количество заболевших вновь возросло до 9 млн. человек. В 1934 году был утвержден общесоюзный государственный план борьбы с малярией. На мероприятия начали выделять больше средств, и в 1940 году было зарегистрировано 3 млн. случаев ма-

лярии. В годы Второй мировой войны заболеваемость вновь возросла.

С 1945 года против переносчиков малярии, комаров-анофелесов, начали применять ДДТ, изобретенный в 1942 году. Его распыляли в помещениях и на водоемах. Заболеваемость необратимо пошла вниз. Малярия в России почти исчезла, когда устранили резервуар инфекции, то есть вылечили всех больных. В 1960 году Минздрав СССР объявил о практической ликвидации малярии. В 1989 году в Советском Союзе ДДТ запретили применять для дезинсекции.

Сейчас небольшие очаги малярии, по всей видимости, еще остаются в южных регионах России. Начиная с 1966 года болезнь чаще привозили в центральные области из южных республик, а в последние годы — со всего мира. В центральноевропейской части России вновь отмечаются случаи «местной» малярии, когда от приехавших больных заражаются сначала комары, а затем, после их укусов, здоровые люди. Это происходит через определенный период, необходимый для развития плазмодия — возбудителя малярии — в комаре. Такая ситуация настораживает эпидемиологов и меди-

цинских энтомологов. Она обязательно должна подтолкнуть на проведение противомаларийных мероприятий. Если в наших лесах достаточно много комаров-анофелесов, то каждый приезжий носитель плазмодия может стать источником возбудителя для десятков новых заболевших. Привычные меры личной гигиены, уберегающие нас от других инфекционных заболеваний, таких, как холера, дизентерия или гепатит, неэффективны при малярии. Сейчас, как и десятки лет назад, в России есть все природные и климатические условия для распространения этой болезни. Достаточно ли их, чтобы малярия возродилась?

Возбудители малярии в России

Плазмодии, возбудители малярии, не могут жить свободно в окружающей среде, например в воде, как возбудители холеры или брюшного тифа. Они обитают и размножаются только в организме человека и комара, переходя от одного к другому. Если на какой-либо территории нет больных или зараженных плазмодием комаров-переносчи-

ков, там нет и не может быть малярии. На практике достаточно вылечить всех больных, и через некоторое время болезнь в этих местах исчезнет.

В России встречались три формы малярии: трехдневная, тропическая и четырехдневная (четвертый вид плазмодия практически не обнаруживали в России). Тропическую, вопреки названию, регистрировали даже на севере и в средней полосе СССР. Устойчивые очаги поддерживались в Нижнем Поволжье, Закавказье, Средней Азии и на Украине. Этот тип малярии вызывается возбудителем *Plasmodium falciparum*, наиболее эволюционно молодым и агрессивным видом, приводящим к максимальной смертности среди заболевших. Последние местные случаи тропической малярии на территории России зарегистрировали в 1962 году.

Plasmodium vivax, возбудитель трехдневной малярии, самый распространенный в России, в европейской части доходил до 64° с.ш., а в азиатской — до 62° с.ш. Тропическая малярия на таких широтах случалась лишь в отдельные годы, например в 1936 году в Вологодской и Архангельской областях, когда там жара доходила до +35°С.

Клетки в клетке

Цикл развития малярийного плазмодия

Развитие малярийного плазмодия — пример того, как некоторые существа иногда отходят от общебиологических закономерностей. Он научился чередовать два организма-инкубатора для своего размножения. Организм, в котором происходит развитие паразита, зоологи называют хозяином, хотя, кто тут кому хозяин, нужно еще подумать. Человек для плазмодия — обширное, теплое, защищенное и богатое питательными веществами место, где можно долго размножаться и увеличивать свою численность в невероятной степени. Некоторые проблемы создает иммунная система, но она далеко не всегда способна сдержать натиск паразита. Размножение происходит и во втором инкубаторе, комаре, а начинается оно с полового процесса. Очень важно, что оба хозяина служат еще и средствами расселения: комар может улететь далее 100 км от родных мест, его можно перенести с самолетом или другим транспор-

том на более дальние расстояния, что раньше часто происходило в отсутствие транспортных санитарно-эпидемиологических служб, человек на машинах, самолетах и теплоходах может унести плазмодий куда угодно.

В своем развитии плазмодий чередует несколько стадий, и для каждой из них пришлось придумывать свое название. Кусая человека, комар вместе со слюной вводит ему в кровь веретеновидные клетки. Это спорозоиты — «животные споры». Они плывут по течению крови и лимфы и доплывают до места назначения — печени. Там спорозоиты внедряются в клетки-гепатоциты, становятся трофозоитами («питающимися животными»), несколько дней питаются и растут, а затем превращаются в крупные шарообразные клетки — шизонты, или схизонты — «делящиеся». Эти клетки делятся особым образом: сначала — ядра, так что шизонт в этот момент становится подлинным многоядер-



ным плазмодием, потом — цитоплазма. В результате одна большая клетка распадается на множество мелких одноядерных веретеновидных клеток — мерозоитов («частичных животных»). Такой способ бесполого размножения нечасто встречается у животных. Он называется шизогония («рождение путем расщепления»), или множественное деление (не на две, а на много

клеток). Клетка печени, ставшая жертвой агрессии, при этом погибает.

У *Plasmodium falciparum*, возбудителя тропической лихорадки, мерозоиты могут забираться в новые клетки печени, опять размножаться, и так несколько раз. На каждый цикл требуется 6–8 суток. У других возбудителей шизогония в печени происходит один раз, цикл развития в гепато-

Plasmodium malariae, возбудитель четырехдневной малярии, то и дело отмечали в центральной части России — в Московской, Рязанской, Тамбовской, Воронежской областях, на Черноморском побережье, в Заволжье.

В 80-е годы высказывали мнение, что из центральной части России, в том числе и Московской области, исчез специфический штамм *P.vivax*, к которому были адаптированы местные популяции комаров-переносчиков. Если придерживаться такой точки зрения, возврат эпидемий малярии в этот регион маловероятен. Однако в последние годы в Подмосковье зарегистрированы случаи, когда местные комары-анофелесы передавали малярию от больных приезжих южан местным жителям.

Возможно, при нынешнем потеплении климата, если не принять меры, в центральной части России эпидемии тропической малярии заменят былые эпидемии трехдневной. Только научное исследование может предоставить информацию для достоверного прогноза. А пока первое, что нужно сделать, это вспомнить, как может передаваться малярия и какие средства снижают риск заражения.

Комары-анофелесы — переносчики малярии

Невозможно дать точный прогноз распространения малярии, не зная ничего о ее переносчиках: их видах, численности и поведении. Малярию человека передают только самки комаров рода анофелес (*Anopheles*). Именно эти комары называются малярийными. Главное их отличие от других родов — щупики у самок по длине равны хоботку. Важно точно знать, к какому роду относится крылатое существо, которое вьется над головой и готово проколоть кожу тонким хоботком.

Первый в России рисунок лесного комара-анофелеса сделал Г.И.Фишер еще в 1813 году. Однако изучение комаров этого рода началось после того, как в последние годы XIX века Баттиста Грасси и Рональд Росс экспериментально доказали, что малярию переносят комары. И лишь в 1940–1960-х годах В.Н.Беклемишев и его ученики заложили основы современной медицинской энтомологии в России: изучили экологию и физиологию комаров и разработали принципы проведения противомаларийных мероприятий.

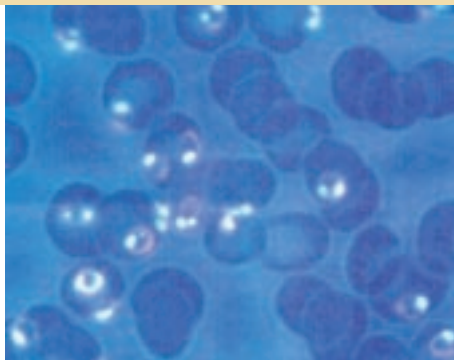
Систематика анофелесов, населяющих Россию, до сих пор окончательно

не утвердилась. Дело затрудняется тем, что иногда организмы очень похожи между собой, и специалисты никак не могут решить, разные это виды или же только подвиды одного вида. Группу таких организмов иногда называют комплексом. К 1960 году медицинские энтомологи с помощью традиционных методов идентификации (по морфологическим признакам) выделили комплекс *Anopheles maculipennis*, состоящий из шести видов (раньше их считали подвидами). Это основные переносчики малярии на территории России и сопредельных стран, но у нас есть и другие анофелесы. С 1970-х годов комаров в России определяют по монографии А.В.Гуцевича, А.С.Мончадского и А.А.Штакельберга «Комары сем. Culicidae», вышедшей в серии «Фауна СССР».

С середины 1970-х годов в систематике начали использовать хромосомный анализ (изучение морфологии политенных, гигантских по размеру, хромосом, расположенных в слюнных железах личинок) и гибридологический анализ (при котором скрещивают изучаемые



ЗДОРОВЬЕ



цитах занимает у *P.vivax* 8–10 суток, у остальных человеческих плазмодиев — немного больше.

P.vivax и *P.ovale* могут преподнести врачам еще один сюрприз. У них есть формы, которые буквально сидят у больного в печенках очень долго, несколько месяцев. При этом из шизонтов образуется от 10 до 50 тысяч мерозоитов, которые выходят из гепатоцитов и внедряются в эритроциты.

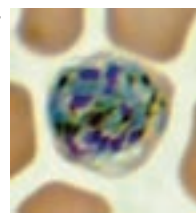
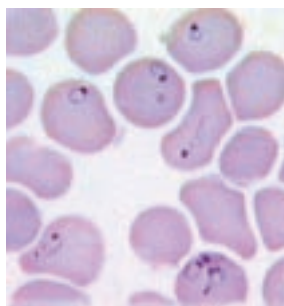
В эритроцитах тоже образуются шизонты, каждый из которых дает начало нескольким мерозоитам. Это занимает 48 часов (у *P.malariae* — 72 часа). Заканчивается фаза тем, что эритроцит разрушается, паразиты и продукты их жизнедея-

тельности выходят в плазму крови, на что организм реагирует повышением температуры и прочими симптомами, вплоть до бреда и малярийной комы.

Некоторое время спустя в эритроцитах образуются клетки полукруглой формы — мужские и женские гаметоциты (половые клетки паразита). Они могут развиваться дальше только в организме комара.

Голодная самка анофелеса протыкает кожу человека или

Шизонт



Трофозиты (слева — флуоресцентная окраска, справа — обычная)

животного и вместе с кровью заглатывает гаметоциты. В ее желудке бесполое формы плазмодия перевариваются, а половые (гаметоциты) созревают до гамет. Из мужских гаметоцитов образуются похожие на осьминога клетки, от них отделяются жгутикообразные зрелые мужские гаметы и сливаются с женскими, то есть происходит оплодотворение. Подвижная зигота (ее называют оокинета — «подвижное яйцо») проникает через стенку кишечника и при-

крепляется к ней со стороны полости тела. Там она созревает, проходит стадию шизогонии и дает начало спорозоитам. Их отряды устремляются в слюнные железы насекомого и скапливаются там в ожидании момента, когда голодная и готовая дать начало потомству комарица вопьется в новую жертву.

Комарики кусают не всех подряд, а выбирают кого-то сообразно своему охотничьему чутью. Все знают, что, если на природе оказалась компания, над кем-то комары так и вьются, а кого-то почти не замечают. Когда Баттиста Грасси, основатель маляриологии, хотел провести над собой эксперимент — дать покусать себя зараженным комаром, — он никак не мог заставить их сделать это. В конце концов комары улетели из комнаты и напали на мать ученого (к счастью, она не заболела). Недавно японские ученые заметили, что подвыпившие люди привлекательнее для комаров. Возможно, человек навеселе просто теплее и выделяет больше веществ, притягивающих кровососов.

Ооцисты на стенке кишечника комара



М.Литвинов

особи и смотрят, получается плодовитое потомство или нет). По соотношению одинаковых и разных участков хромосом можно сказать, далеки ли виды друг от друга. В.Н.Стегний из Томского государственного университета и его ученики составили карты политенных хромосом личинок видов-сиблингов (родственных видов) и описали новый вид *Anopheles beklemishevi*. Пока это единственный в России вид, выявленный цитогенетическим методом. В последние годы в систематике применяют молекулярные методы — ДНК-гибридизацию, полимеразную цепную реакцию (ПЦР); у нас энтомологи тоже начинают работать этими методами. Всего на европейской части России (до Урала), по мнению Р.М.Горностаевой из московского Института медицинской паразитологии и тропической медицины, встречаются двенадцать видов анофелесов. Возможно, это число еще изменится.

Знать, какие комары-переносчики встречаются в России, — это еще далеко не все. Для того чтобы оценить опасность и бороться с ней, если это потребует, нужно представлять их численность, места вылота, образ жизни и так далее. К сожалению, в современной России исследования резко сократились. Мы теперь не можем утверждать, что знаем видовой состав комаров, населяющих наши леса, парки, дачи, городские дома. Тем более мы не знаем, сколько их.

Сведения о том, где встречаются комары разных видов, относятся в основном к 1950–1980 годам. Эти данные, конечно, устарели, ведь в природе все понемногу меняется. Глобальное потепление, загрязнение воды, появление новых и исчезновение старых водоемов могут изменять видовой состав комаров.

Это можно проиллюстрировать на примере дельты Волги. На протяжении десяти лет в 1950-х годах на Волге были созданы четыре водохранилища, вошли в действие две ГЭС, увеличился промышленный забор воды. В популяциях *Anopheles* произошли изменения. До преобразований комары *An. messeae* были единичными, но уже в 1978–1980 годах в период вечерней активности на человека за двадцать минут нападало до 128 самок этого

вида. А вот численность *An. hyrcanus* сократилась. *An. plumbeus* попадался в 1953-м и 1956-м годах, а в 1978–1980 годах его уже не было. Вероятно, изменения меньших масштабов тоже способны повлиять на комариную фауну, и, если в дачном поселке выкапывают пруд, комары не обойдут его вниманием и заселят в том же сезоне.

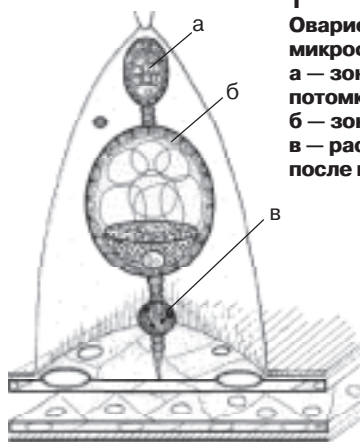
Нет ничего странного в том, что разные комары передают малярию с разной эффективностью. Это подтвердил В.Н.Беклемишев и его сотрудники. Комары по-разному восприимчивы к разным видам малярийного плазмодия. Если две самки выпьют одинаковое количество крови с одинаковым количеством паразитов, но виды плазмодия будут разные, то у одной разовьется больше ооцист и спорозоитов (жизненных форм), а у другой — меньше. Разные плазмодии развиваются с разной скоростью, которая зависит в основном от окружающей температуры.

Еще в 1930-е годы ленинградский зоолог Б.П.Николаев заражал анофелесов из природных популяций разными видами плазмодия и установил, что при +25°C *P. vivax* проходит развитие до стадии спорозоитов за 10 дней, *P. falciparum* — за 12 дней, *P. malariae* — за 16 дней. А.И.Якушева в 1939 году проводила исследование в Солычевгодске. Она обнаружила, что комары заражались тропической малярией даже при небольшом количестве паразита в крови больного. По-видимому, большинство видов анофелесов в России восприимчивы к завозным *P. vivax* и *P. falciparum*. Известны «местные» случаи заболевания, о которых мы упоминали. Однако точно сказать нельзя: сравнительных опытов в стандартных условиях никто не проводил.

Спорозоиты, инфекционная стадия развития плазмодия в комаре, могут долго оставаться способными к заражению больного при высоких зимних температурах. Известно, что в Голландии, Грузии, Узбекистане и многих других странах спорозоиты выживают в зимующих самках анофелесов, и такие комары эпидемиологически опасны в течение всего года.

У комаров разное биологическое поведение. Одни виды нападают только на природе (в лесу, в поле), другие — в домах. М.М.Артемьев отмечает, напри-

1 Овариола самки анофелеса (слева — микрофотография, справа — схема): а — зона со стволовыми клетками, потомки которых образуют яйцо; б — зона созревания яйца (фолликул); в — расширение, образовавшееся после гибели фолликула



2 Овариолы самки:
I — не откладывавшей яиц;
II — откладывавшей их один раз;
III — откладывавшей дважды;
IV — откладывавшей трижды.
Цифры указывают число вышедших из овариолы яиц

мер, что *An. plumbeus* (дупляной комар) питается в домах, но днем вылетает на природу, а *An. pulcherrimus* кусает в основном в светлое время, когда люди работают в поле. Некоторые виды предпочитают питаться кровью крупных животных и людей (когда их много), другие чаще нападают на мелких животных. Такие виды вряд ли способны активно распространять малярию.

Главные переносчики малярии, конечно, самые многочисленные виды, если им подходит температурный режим, есть места вылота, и они могут пить кровь людей. Интересные наблюдения были проведены в Московской области у Истринского водохранилища. В середине 1940-х годов, когда заболеваемость достигала 2 тысяч на 10 тысяч человек, за один стандартный отлов в хлеву собирали до 2 тысяч самок *An. messeae*. С 1949 года в этом районе начали применять ДДТ, и уже в 1953 году при той же процедуре стали собирать всего от трех до десяти самок. В 1959 году местную малярию в этом районе ликвидировали, и в 1960 году прекратили обработку с использованием ДДТ. После этого к 1977 году численность комаров этого вида в районе возросла и достигла уровня 1940-х годов.

На распространение малярии влияет еще одно обстоятельство: доживают ли комары после получения порции крови с плазмодием до того момента, когда спорозоиты появятся в слюнных железах. Установить это можно, лишь умея определять возраст комаров. Для этого разработаны специальные методы, но, к сожалению, не все из них эффективны. На практике невозможно с большой точностью ретроспективно определить календарный возраст насекомого. Для самок из природных популяций его можно приблизительно ус-

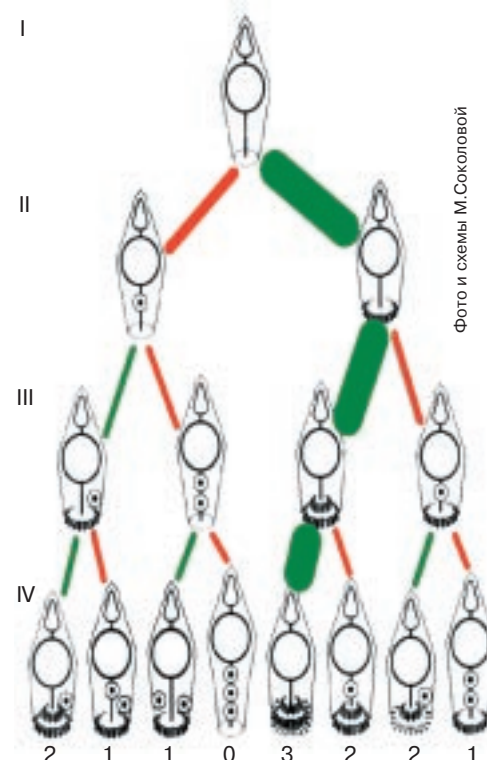
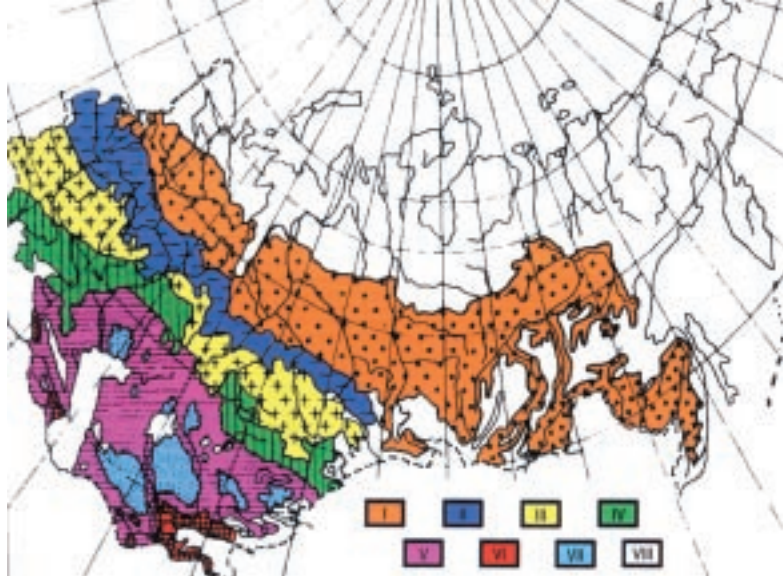


Фото и схемы М.Соколовой



3 Малярийные территории России и соседних государств (расшифровка легенды в тексте статьи)



ЗДОРОВЬЕ

тановить по физиологическому, или репродуктивному, возрасту. Его вычисляют следующим образом: измеряют число яйцекладок (об этом ниже) и умножают это число на длительность созревания яиц у комаров при определенной температуре (она известна). Из этого можно понять, насколько эпидемиологически опасна популяция переносчика. Если предположить, что самки находят большого человека сразу же после вылета из куколки, то при температуре 25°C возбудитель, например, трехдневной малярии достигнет зрелости в комаре уже через десять дней. (Дело усугубляется тем, что самки могут пить кровь несколько раз до того, как они отложат порцию в 100–200 яиц.) В это время в популяции комаров будут летать самки, один-два раза отложившие яйца. Выяснив, что в природе есть такие самки, а среди людей — больные малярией, можно с уверенностью говорить, что малярия распространяется, даже если не обнаружены самки со спороzoитами, — ведь в популяции комаров много, и далеко не все из них заражены малярийным плазмодием.

Как же определить число яйцекладок у комара? Это делают по внешнему виду овариол, то есть яйцевых трубочек (рис. 1). В большинстве из них одновременно созревают яйца (до 200 и более), которые затем прорывают стенку в основании овариолы, оставляя специфическую грануляцию, и попадают в яйцевод. В некоторых овариолах развивающееся яйцо (фолликул) в то же время погибает и образуется расширение. По числу таких расширений можно судить о количестве яйцекладок. На рис. 2 приведена схема для определения возраста самки.

В последние годы в странах, где выделяют средства на борьбу с малярией, переходят на молекулярный метод ПЦР для выявления зараженности самок комаров плазмодиями. Тем не менее, если зараженных комаров немного, они могут и не попасть в руки специалиста.

Количество яйцекладок у комаров определяют и для того, чтобы проконтролировать эффективность использования инсектицидов. Если ими обработали водоемы (например, рисовые чеки), чтобы уничтожить личинок, а через некоторое время обнаружили, что летают молодые не класшие самки, значит, обработка была неэффективна.

Для распространения малярии очень важен температурный режим территории. От него зависят видовой состав переносчиков, их физиологические параметры, способствующие или не способствующие передаче малярии и развитию плазмодия, а также длительность сезона, в течение которого возможна передача малярии. Вот яркий пример влияния температуры. На севере России много *An.messeae*, но малярии нет — нет условий для развития плазмодия. В 1936 году в Архангельске было жарко, +35°C, и там появились очаги малярии.

Для слияния гамет плазмодия, которое происходит только в комаре, достаточно температуры +16–18°C. Именно поэтому в нашем климате возможна малярия.

Малярийные территории России и соседних стран

В конце 1970-х годов З.М.Алексеева (ИМПитМ) с коллегами выделили шесть типов территорий, однородных по условиям распространения малярии (климату, видовому составу переносчиков) (рис. 3). В России это средняя и южная тайга (I); широколиственные подгаевные леса европейской части и лесостепи азиатской части страны (II); широколиственные леса европейской части и юга Сибири (III); степные зоны европейской части и Азии (IV) — там возможны эпидемии малярии. Кроме того, эпидемии регистрируются в Средней Азии и Закавказье (V, VI), откуда она может быть завезена. Два типа территорий, на ко-

торых нет условий для передачи малярии, — это пустыни (VII) и районы Крайнего Севера (VIII).

Итак, может ли малярия вернуться в Россию не единичными заболеваниями, а эпидемиями, поражающими сотни тысяч людей? Если говорить кратко, то да. Объективные причины для этого есть.

Сейчас численность комаров возросла во многих местах до эпидемиологически опасного порога. Предотвратить завоз малярии мы не можем — беженцы, торговцы, учащиеся будут по-прежнему приезжать в Россию, а любители южной экзотики отправляться на сафари. Температурный режим никогда не был преградой для малярии в России и даже позволял ей добираться до северных широт. Нет должного внимания контролю за кровососущими комарами, переносчиками заболеваний, со стороны государства. У санэпидслужбы не хватает средств, чтобы организовать полноценную защиту от малярии и других инфекций. Поэтому позаботимся об этом сами, хотя бы на своих садовых и дачных участках. Для этого нужно следить, чтобы рядом с домом не застаивалась открытая вода, защищать жилища сетками, а кровати — пологам и применять репелленты. Одним словом, не давать комарам, как, впрочем, и другим кровососущим насекомым и клещам, кусать себя.

В июле 2001 года на встрече «восьмерки» Генеральный секретарь ООН Кофи Аннан представил во дворце «Палаццо Дукале» в Генуе новый проект ООН «Глобальный фонд борьбы с туберкулезом, СПИДом и малярией». Выделено всего три заболевания, имеющие мировое значение, и среди них — малярия. Россия присоединилась к этому проекту. Судя по публикации, наибольшую озабоченность в России вызывает СПИД. Однако это проблема образа жизни, контроля за медицинскими препаратами, содержащими кровь доноров, и использование одноразовых шприцов. Большинство из нас могут держать это под контролем. Малярия же — это риск, которому подвергается каждый из нас, хотим мы этого или нет.

Малярия — современные подходы

Если для России малярия — проблема возможная, то для тропических и субтропических стран — самая что ни на есть насущная. Именно там каждый год ею заболевают сотни миллионов человек, из которых около миллиона (0,7–2,7 млн. в разные годы) погибает. Чаще всего это жертвы тропической малярии, и большинство из них — дети до года, когда иммунная система еще не в состоянии сопротивляться вторжению паразита. Постоянно рискуют заразиться малярией два из пяти жителей Земли, в основном из беднейших стран. Государства несут огромные экономические потери. Малярией озабочены не только развивающиеся страны, но и благополучные: мигранты и туристы привозят болезнь и туда.

Традиционные средства борьбы с малярией, разумеется, еще не до конца исчерпали себя, и все же их недостаточно. Многие штаммы плазмодия выработали устойчивость к лекарствам, а комары — к инсектицидам. Поэтому вместе с врачами работают биохимики, генетики, молекулярные биологи. Их усилия пригодятся при профилактике и диагностике болезни, разработке новых лекарств и схем лечения, детального изучения плазмодия и комара.

Отрава для плазмодия

Чтобы вылечить человека от инфекционной болезни, нужно нарушить какие-то жизненно важные для ее возбудителя процессы, например обмен веществ или цикл воспроизводства. Если речь идет о малярии, для этого необходимо исследовать все стороны жизни плазмодия, выявить «слабые места» и попытаться воздействовать на них какими-нибудь средствами. Особенно это важно, когда лекарство перестает выполнять свое назначение из-за того, что возбудитель становится устойчивым к нему.

Малярия, однако, удачный пример того, что полезные открытия иногда совершают и без фундаментальных знаний. Первое лекарство от нее, ставшее известным европейцам, обнаружили в Южной Америке намного раньше, чем нашли возбудителя болезни и открыли, что к ее распространению причастны комары. Это знаменитый хинин. Почти триста лет он был единственным эффективным средством при лечении малярии, несмотря на то что механизм его действия до сих пор не выяснен.

К сожалению, хинин, как и любое другое лекарство, дает побочные явления и вылечивает не всегда и не всех, не говоря о том, что это одно из самых горьких по вкусу веществ. Кроме того, он действует лишь на эритроцитарные формы плазмодия, шизонты. В середине 1920-х годов появились синтетические аналоги хинина, которые были дешевле, эффективнее и помогали в тех случаях, когда исходное вещество не действовало.

Один из самых эффективных среди них — хлорохин, или хингамин. О механизме его действия кое-что известно.

Но сначала скажем о жизни плазмодия в эритроцитах. Красные кровяные клетки для него — это кладовая белка гемоглобина, которым можно питаться. Трофозоит помещает его в пищеварительные вакуоли и там переваривает. При этом из небелковой части гемоглобина — гема — образуется активное вещество, феррипротопорфирин IX. Оно разрушает мембраны клеток и потому токсично для них. Плазмодий защищается тем, что вырабатывает специальный белок, который связывает феррипротопорфирин IX в нерастворимый и неактивный окрашенный комплекс, гемозоин. При переваривании гемоглобина вырабатываются и свободные радикалы.

Одна из гипотез о действии хлорохина состоит в том, что он мешает плазмодию образовывать гемозоин или нейтрализовывать свободные радикалы и паразит травится собственными отходами. А устойчивость к хлорохину объясняют тем, что паразит приобретает способность накапливать в пищеварительных вакуолях меньше этого вещества. Как он это делает, пока неизвестно.

Хинин — не единственное старинное лекарство от малярии. Китайцы примерно две тысячи лет назад использовали для ее лечения препараты полыни. Эти рецепты были забыты, а восстановили их только в 1970-е годы после случайных археологических находок. Ученые из Университета Вашингтона Г.Лай и Н.Сингх смогли понять, как действующее вещество полыни, артемизинин, справляется с плазмодием. Его молекулы в присутствии ионов железа начинают вырабатывать разрушительные для мембран свободные радикалы. Поскольку в возбудителях малярии железа больше, чем в клетках тела, в них

вырабатывается больше свободных радикалов и они погибают раньше. Восстановленный по старинному рецепту препарат сразу привлек к себе большой интерес. За последние десять лет использования устойчивых к нему форм плазмодия пока не выявлено.

Растительное средство от малярии под названием «омария» было и в другой древнейшей медицине — индийской. Почему-то оно стало известным совсем недавно, хотя упоминается еще в древних рукописях. Специалисты восстановили его рецепт и подтвердили, что он действует эффективнее хлорохина и дает меньше побочных эффектов, чем обычные медикаменты.

Как бы ни были хороши лекарства, не все штаммы возбудителя одинаково чувствительны к ним. При их применении нужно учитывать вид плазмодия и стадию жизненного цикла. А кроме того, обязательно появляются устойчивые формы паразита, и в таких случаях применяют комбинации нескольких препаратов.

Контроль над крылатыми распространителями

Еще одно звено опасной цепи — комары-переносчики. Борьбу с ними начали сразу же, как только была доказана их роль в распространении болезни. Европейцы смогли уничтожить малярию лишь после того, как начали обрабатывать помещения инсектицидом ДДТ. Это вещество было синтезировано в 1942 году, и уже в 1944 году, не дожидаясь окончания войны, его начали применять в Италии. Большую роль сыграли также репелленты — вещества, отпугивающие комаров.

Комары вырабатывают устойчивость к инсектицидам, как и плазмодий к лекарствам. У некоторых из них, естественно, происходят случайные благоприятные мутации; при действии инсектицида эти комары выживают и дают потомство. Постепенно происходит отбор: устойчивых комаров становится больше.

Кроме простых методов борьбы с комарами были разработаны и более изощренные. Еще до успехов геномики предложили отлавливать комаров-самцов, стерилизовать их рентгеновскими лучами и выпускать обратно в природу. По мнению ученых, облученные комары должны скрещиваться с самками, но такие браки не должны давать потомства или оно должно быть бесплодным. Этот блестящий проект не оправдал себя: обработанные рентгеном самцы были слабее диких, и самки предпочитали жертвам науки полноценных производителей. Кроме того, по более поздним расчетам, для успеха предприятия на одного дикого самца должно приходиться 60 прошедших через обработку.

Сложности в затяжной войне с комарами привели к тому, что все больше людей начало заниматься генетикой и

молекулярной биологией анофелесов. Для объединения их усилий в этом году был создан Международный комитет молекулярной энтомологии. В его создании участвовали Всемирная организация здравоохранения, Всемирный банк и специальная программа ВОЗ по изучению тропических болезней. Цель комитета — разработать новые подходы к борьбе с малярией, опираясь на знание молекулярной биологии плазмодия и комара.

К счастью, комары — близкие родственники мушки дрозофилы, одного из самых изученных организмов. У них много общего: гены, способы регуляции их активности, белки и даже такие оригинальные образования, как гигантские хромосомы в слюнных железах, — объект множества работ цитологов и генетиков. (О том, что они помогают установить вид комара, вам уже известно из предыдущей статьи.) Таким образом, «мухолобы», знатоки дрозофил, опять могут послужить гуманной цели — избавлению человечества от малярии. Недавно в США экспрессировали антигены *Pl.falciparum* в трансгенных мухах дрозофилах для изучения реакции насекомого на малярийного паразита.

То, что сейчас биологи стараются узнать последовательность нуклеотидов в геноме интересующего их организма, дилетантам кажется ритуалом — действием традиционным, но непонятным. На самом деле это надежная основа для выяснения многих важных вопросов. Зная геном, можно разыскивать в нем гены белков (о том, как это делается, рассказано в февральском номере «Химии и жизни» за 2001 год). А белки — это ключ к большинству клеточных процессов: обмену веществ, узнаванию клеток плазмодием, размножению и другим.

С помощью молекулярных маркеров, легко определяемых участков хромосом, ученые смогут уточнить систематику и создать автоматизированные средства для определения вида комара. Не придется считать под микроскопом щетинки на сегментах тела и разглядывать прочие детали — достаточно будет выделить ДНК и посмотреть, есть ли в ней определенная последовательность. Помимо прочего, это поможет более точно планировать противомаларийные мероприятия — например, не обрабатывать водоёмы инсектицидами, если в них обитают личинки неопасных комаров.

Знание генома поможет понять, как сопрягаются молекулярные структуры плазмодия, комара и человека, почему определенные виды плазмодиев живут только в определенных хозяевах; как спорозоиты отыскивают в человеке клетки печени, а мерозоиты — эритроциты; как оокинеты в комаре находят свой путь через кишечный эпителий, а спорозоиты — через эпителий слюнных желез. Судя по всему, специфичность этих взаимодействий обеспечивается связыванием белков или сложных белков, гликопротеинов. Узнав, что представляют

собой эти белки и какова их структура, можно попытаться как-то нарушить размножение или передвижение плазмодия.

Геном одного из видов дрозофилы уже секвенировали сотрудники Университета в Беркли и фирмы «Целера дженомикс», знаменитой тем, что она участвовала в расшифровке генома человека. Черновую последовательность нуклеотидов они опубликовали в 2000 году. Сейчас та же фирма «Целера дженомикс» секвенирует геном комара *Anopheles gambiae*.

Впрочем, многие практические шаги делаются уже сейчас. Разработаны гено-инженерные методы трансформации насекомых, то есть введения в их клетки генетического материала. Новые гены вставляют в геном с помощью мобильных элементов, или транспозонов, — относительно автономных молекул ДНК, способных покидать свое место в хромосоме, переходить на новое и даже перемещаться из одного организма в другой. Один из генов транспозонов кодирует фермент транспозазу, который и встраивает мобильный элемент в хромосому клеток зародышевого пути трансформируемого насекомого.

В июне этого года появились сведения о том, как можно применить генные технологии в борьбе с малярией. Некоторое время назад исследователи обнаружили ген небольшого пептида SM1. Оказалось, что он связывается с рецепторами эпителия слюнных желез (salivary gland) и кишечника (midgut) — отсюда его название. Зачем нужны эти рецепторы, до сих пор не понятно, однако как их можно использовать, придумали ученые из США и Германии, работавшие под руководством М.Джэйкобс-Лорена. «Кассету» из четырех генов пептида ввели в геном малярийного комара. За образование SM1 отвечает промотор карбоксипептидазы — фермента, который участвует в переваривании крови. Это сделано специально: теперь каждый раз, когда трансгенный комар питается, в просвет его кишечника вместе с карбоксипептидазой выделяется SM1. Он связывается с рецепторами и блокирует их, а в результате примерно на 80% ооцит меньше проходит через стенки кишечника на место своего развития. Ученые, работая с мышами и возбудителями мышинной малярии, убедились, что полученные трансгенные комары болезнь не передают. Вряд ли технические трудности помешают проделать ту же процедуру с комарами, которые переносят человеческий плазмодий.

Что же дальше? Ученые рассчитывают на то, что в какой-либо местности можно будет сначала уменьшить численность диких комаров, а потом выпустить там трансгенных. «Дети лабораторий» размножатся и вытеснят или хотя бы сильно потеснят дикую популяцию. Произойдет ли это, нужно проверить в полевых экспериментах. Необходимо также убедиться в биобезопасности нового метода: не приведет ли распростра-

нение транспозона с его содержимым к каким-то опасным для природы последствиям.

Как предохраняться людям

В первую очередь с помощью традиционных средств: сеток на окнах и дверях, пологих над кроватями, плотной одежды, инсектицидов и репеллентов. Те, кто вынужден приезжать в малярийные районы, могут принимать для профилактики лекарства, тогда при укусе на паразита сразу же начинает действовать яд и вероятность заболеть резко снижается. Назначать лекарство должен врач, с учетом возможных побочных эффектов и устойчивости плазмодия к препаратам в данном районе.

Наконец, можно попытаться защитить человека, сделав его невосприимчивым к малярии. Множество людей избавила от этой напасти сама природа, хотя за это им пришлось заплатить немалую цену. Есть несколько болезней, при которых нарушена работа эритроцитов, — это серповидно-клеточная анемия (СКА), талассемия и наследственная недостаточность фермента глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы.

У людей, больных СКА, эритроциты несут гемоглобин, в котором заменены некоторые аминокислоты. Из-за этого при низкой концентрации кислорода в крови эритроциты становятся похожими на серп, люди страдают от анемии, зато им не страшен малярийный плазмодий. Правда, если оба варианта гемоглобинового гена дефектны, человек умирает. Впрочем, мутантных форм гемоглобина много. Одна из них (HbC) не приводит к серповидно-клеточной анемии, но защищает от малярии. Носители одной копии гена такого гемоглобина (в африканских странах — каждый десятый) заболевают малярией на 26% реже, чем носители генов нормального гемоглобина. Если же в хромосомах имеются две копии HbC, человек полностью невосприимчив к малярийному плазмодию. Это открытие наводит на мысли о генной профилактике малярии — переносе жителям тропических стран копии спасительного гена. Конечно, вряд ли это будет сделано в ближайшее время: для начала нужно с пристрастием проверить, действительно ли носители необычного гемоглобина абсолютно здоровы.

Известна еще одна причина невосприимчивости к малярии. У большинства жителей Западной Африки эритроциты лишены рецепторов, к которым прикрепляются мерозоиты *Pl. vivax*, и они не болеют такой формой малярии.

К сожалению, врачи еще не умеют делать человека невосприимчивым к болезни с помощью вакцины. На ее разработку затрачено немало сил, но успеха пока нет.

М.Литвинов

Сталактит, но соляной

Б.З.Кантор

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ



На фото 1 изображен галит (каменная соль NaCl) из соляного рудника близ польского города Иновроцлава. К пластинчатому сростку снизу приросли цепочки кристаллов, и каждая пронизана ниточкой сквозного канала (фото 2).

В природе у всего есть свой смысл. Как возникли эти кристаллы каменной соли и почему в них эти каналы?

Из вод морей и соленых озер — главных источников галита — он почти всегда осаждается бесформенными зернистыми массами. Часть этого «первичного» галита растворяют и переносят природные воды, и в свободных пространствах он снова отлагается — в виде правильных, хорошо ограненных кристаллов, в некоторых случаях метровых размеров. Тот, кто подобным способом выращивал дома кристаллы квасцов, медного купороса или другой соли, знает, что раствор необходимо предварительно довести до пересыщения: кристаллы появляются и растут только в таком растворе, а получить его простым растворением невозможно. Обычно насыщенный раствор охлаждают, чтобы понизить растворимость, либо подвергают частичному испарению, и он становится пересыщенным.

При переотложении галита температура меняется незначительно, да и растворимость его мало зависит от температуры, поэтому кристаллизация происходит в основном за счет испарения растворов. Кристаллы каменной соли появляются там, где раствор-рассол может испаряться, например в проветриваемых подземных полостях.

Образование нашего галитового сростка — несколько усложненный вариант переотложения в подземной полости. Сначала на поверхности лужицы стекавшего сверху и подсыхавшего рассола возник заберег — корка кристаллического галита (рис. 1). Заберег послужил основанием сростка.

Затем рассол через какую-то течь покинул лужицу, и заберег повис в



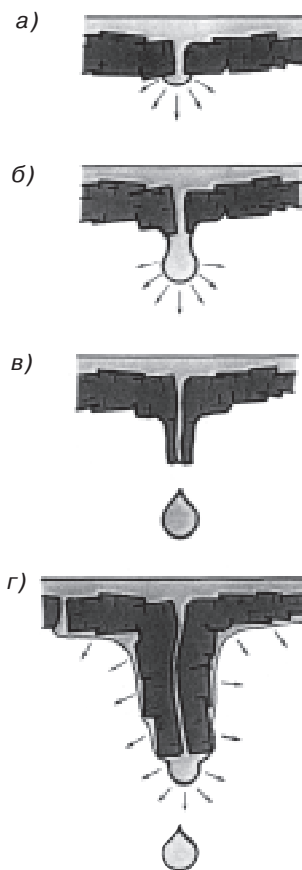
1
Образование
галитового
заберега



Фото 1
Сросток
кристаллов
галита
из Иновроцлава,
Польша.
Ширина поля
снимка 12 см

воздухе, закрепившись краем за стенку полости. Теперь поступающий стекавший сверху рассол растекался по верхней стороне заберега и наращивал его за счет частичного испарения. А избыток рассола просачивался сквозь зазоры между кристаллами заберега и капал вниз.

На механизме капли стоит остановиться особо. В природе он играет важную роль, создавая ледяные сосульки, пещерные сталактиты и сталагмиты. Как показал московский исследователь В.А.Мальцев, капель, вызывая пульсацию давления в канале «известкового» (кальцитового) сталактита, провоцирует выбросы избыточной углекислоты с поверхности каждой капли, из-за чего растворимость карбоната кальция понижается и он периодически отлагается вокруг оснований капель микроскопическими колечками. Наслаиваясь друг на друга, они образуют вертикальную трубку. Трубка-



2
Рост
галитового
сталактита

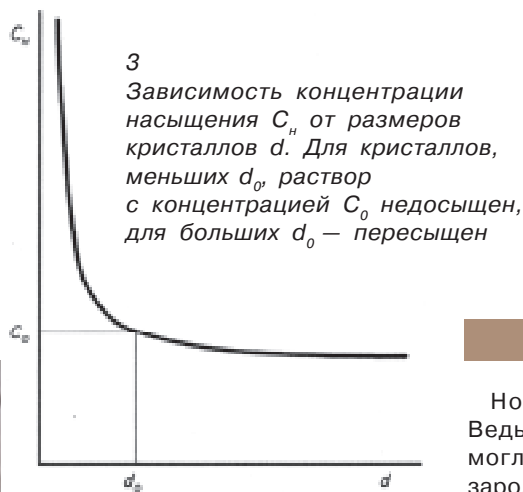
Фото 2
Фрагмент галитового сростка, показанного на фото 1: отчетливо видны каналы в кристаллах



Фото автора

тая минеральная структура, ориентированная по направлению силы тяжести, — опознавательный признак сталактита.

В нашем случае аналогичную роль выполняло ритмическое испарение. Повиснув под заберегом, капля начинала испарять воду. На ее поверхности возникало пересыщение, и по контуру ее основания отлагалось микроскопическое колечко галита. Достигнув определенной величины, капля отрывалась, уступая место новой капле, и колечко наращивалось, постепенно превращаясь в трубочку. Капель должна быть не слишком частой и не слишком редкой. При чересчур частой капели капля отрывалась бы слишком рано, не успев испарить достаточно воды и отложить кристаллический осадок. А при слишком редкой капели диффузионное перемешивание успевало бы выровнять концентрацию в объеме капли, и осадок либо вообще не от-



лагался бы, либо вместо образования колечка происходило бы просто наращивание заберега с нижней стороны и в конечном счете закупоривание «дырки». Кристаллы подпитывались и снаружи раствором, подтекавшим из соседних дырок, где не возникло собственной капли. Так внешняя поверхность трубочки приняла форму довольно крупных кристаллов. Как ни непривычен их вид, это самые настоящие сталактиты, только не карбонат-

ные, а соляные, галитовые. Последовательность их роста поясняет рис. 2. Великолепно отлаженный механизм управляет ростом сталактита.

Пирофорные свойства металлов

Кандидаты химических наук
В.В.Ефремов,
П.А.Дегтярев

а уроках химии учащиеся узнают, что многие металлы окисляются кислородом воздуха при обычных условиях, а часть из них при нагревании сгорают в кислороде. Известны школьные опыты горения натрия, алюминия, магния, железа в кислороде. Однако большинству учащихся неизвестно, что многие металлы в тонкодисперсном состоянии могут самовоспламеняться на воздухе без предварительного нагревания, то есть обладают пирофорными свойствами.

Пирофорными называются вещества, способные самовоспламеняться при контакте с воздухом.



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

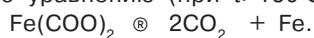
Но почему не зарастал канал? Ведь в заполнявшем его растворе могли возникнуть кристаллические зародыши и, вырастая, в конце концов закупорили бы просвет канала.

Во-первых, не забудем, что в канале находился непригодный для осаждения кристаллов насыщенный раствор: кристаллизация могла идти только снаружи, где возможно испарение. Но даже если бы в канале соляного сталактита и появились «паразитные» зародыши, то произошло бы их растворение и наращивание за их счет имеющихся кристаллов. Причина в том, что мелкие кристаллы обладают большей удельной поверхностью, а значит, и большей поверхностной энергией на единицу массы, чем крупные. Поэтому в системе раствор — мелкие кристаллы — крупные кристаллы энергетически выгодно растворение мелких кристаллов с одновременным наращиванием крупных. Иными словами, насыщенный раствор в канале сталактита оказывается недосыщенным для мелких кристаллов (рис. 3). По этим причинам просвет канала во время роста сталактита всегда оставался свободным.

В тонкодисперсном виде загораются на воздухе железо, алюминий, кобальт, никель, магний, марганец и другие металлы. Пирофорные свойства обнаружены у дифосфина, триэтилалюминия, желтого фосфора. Принято считать, что причина самовоспламенения — огромная общая поверхность порошка, соприкасающаяся с кислородом воздуха. Другая причина таких необычных свойств металлов заключается в искажении кристаллической решетки малых частиц по сравнению с решеткой в обычном, компактном состоянии. Механически раздробить металл до состояния пыли трудно, а с помощью химической реакции этот опыт получается и в школьной лаборатории. Порошки металлов можно получить восстановлением их оксидов водородом. Однако эти опыты громоздки, требуют сильного нагревания и небезопасны.

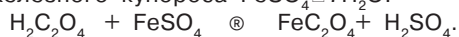
Интересен, на наш взгляд, опыт по получению пирофорного железа из оксалата железа (II) и сгоранию его при комнатной температуре. Наиболее впечатляющий эффект можно получить, если в темном помещении высыпать порошок пирофорного железа из пробирки. В этом случае мы увидим сноп искр, рассыпающихся в воздухе.

Пирофорное железо получается при осторожном прокаливании оксалата $\text{Fe}(\text{COO})_2$, разлагающегося по уравнению (при $t > 160^\circ\text{C}$):



Средний размер частиц получаемого металла составляет около 5 мк.

Если в школьной лаборатории нет оксалата железа, его нетрудно получить из щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$:



Чтобы получить небольшое количество (2 г) оксалата железа, необходимо взять около 2 г щавелевой кислоты и примерно в два раза больше железного купороса. В небольшом химическом стакане растворяем щавелевую кислоту и при перемешивании добавляем порошок $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Тотчас образуется осадок желтого цвета. Для полного взаимодействия смесь нагреваем на плитке или спиртовке до $40\text{--}50^\circ\text{C}$. После охлаждения осадок $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ отфильтровываем и высушиваем (желательно в сушильном шкафу при $60\text{--}80^\circ\text{C}$).

Далее в сухой пробирке (закрытой пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опущен в баритовую или известковую воду) нагреваем полученный оксалат железа до полного почернения порошка. При этом наблюдается помутнение баритовой воды вследствие образования нерастворимого BaCO_3 . После опыта вынимаем газоотводную трубку, а пробирку с железом плотно закрываем резиновой пробкой и охлаждаем до комнатной температуры.

Если высыпать пирофорное железо на бумагу, то оно самовоспламеняется и сгорает красивым искристым пламенем, а бумага загорается.

Литература

- Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. М.: Химия, 1979.
- Верховский В.Н. Техника и методика химического эксперимента в школе, т. 2. М.: Учпедгиз, 1960.
- Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия, ч. 3. М.: Мир, 1969.
- Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т. 3. М.: Химия, 1970.
- Химический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.

Комментарии

к заметке

«Пирофорные свойства металлов»

1. В школьных опытах обычно демонстрируют горение в кислороде только стальной проволоки (она сгорает, красиво разбрасывая искры), а натрий и магний сжигают на воздухе.

2. Для доказательства выделения углекислого газа в ходе опыта лучше использовать не баритовую воду (растворимые соединения бария очень ядовиты), а известковую.

3. Оксалат железа при нагревании без доступа воздуха разлагается на самом деле с образованием не железа, а пирофорного оксида железа(II): $\text{FeC}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} + \text{CO} + \text{CO}_2$. В определенных условиях между продуктами разложения возможны вторичные реакции. Вопрос о разложении оксалата железа достаточно интересен, имеет долгую историю и заслуживает отдельного рассмотрения.

3. В слове «пирофор» — греческие корни: пир — огонь и форо — несущий. Вторая часть слова происходит от греческого «феро» — боюсь.

4. Первым из пирофоров был открыт белый фосфор — в 1669 году немецким алхимиком Х.Брандом. В 1794 году немецкий фармацевт и аптекарь И.Троммсдорф обнаружил способность мелкоизмельченного самородного мышьяка воспламеняться на воздухе. Если же говорить о пирофорных металлах, то считается, что впервые их описал в 1825 году ученик знаменитого Й.Берцелиуса Г.Магнус (он же первым получил комплексное соединение аммиака, известное химикам как соль Магнуса — $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$). Магнус получил пирофорные железо, кобальт и никель восстановлением их оксидов. Правда, сам он ссылаясь на своего учителя, который за год до этого получил пирофорный цирконий действием металлического калия на фтороцирконат K_2ZrF_6 (аналогично из TiCl_4 позднее был получен пирофорный титан). В том же году Ф.Вёлер получил пирофорную смесь меди и свинца, восстановив смесь их оксидов водородом. В 1849 году немецкий химик К.Ф.Шёнбейн, который открыл озон, получил пирофорные металлы перегонкой их амальгам; таким образом можно сделать пирофорными Pb, Cr, Mn, Fe, Mo, W, U, Co, Ni, Cu. Позднее были разработаны и другие, порой весьма экзотические, методы получения пирофорных металлов: дуговое распыление металла в жидком аргоне, термическое разложение карбониллов (например, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$), электролиз водных растворов и расплавов (например, расплава KUF_5 в смеси хлоридов натрия и кальция), окисление жидкого SbH_3 воздухом или кислородом при температуре -80°C , разложение ацетиленидов (сильно пирофорная медь образуется при взрыве ее ацетиленида в атмосфере водорода).

5. Стандартный способ получения пирофорных металлов — восстановление их оксидов, нитратов, сульфатов, карбонатов, солей органических кислот (щавелевой, лимонной, винной и других) путем нагревания в токе водорода при температуре $300\text{--}450^\circ\text{C}$. Если в ходе восстановления порошок перемешивать, пирофорность металла исчезает. То же происходит, если вести реакцию при более высоких температурах. Иногда, впрочем, пирофорность исчезает лишь отчасти: порошок металла вспыхивает на воздухе не при комнатной температуре, а после подогрева. Одна из причин частичной или полной потери пирофорности — спекание мелких частиц порошка. Его

можно избежать, если подвергнуть восстановлению оксид металла, смешанного с оксидом алюминия. Так, железо, восстановленное из Fe_2O_3 при температуре выше 540°C , не будет пирофорным, а смесь Fe_2O_3 с 20% Al_2O_3 дает пирофорный порошок и при температуре 700°C . Пирофорным может быть не только порошок, но и стружка металла (этим свойством обладают, например, плутоний, титан). Когда в 1875 году впервые получили металлический церий, обнаружилось, что если его поскрести ножом, то образующиеся мельчайшие крупинки самовоспламеняются на воздухе. Церий сгорает с ослепительным светом, превосходя по яркости горящий магний. Похожими свойствами обладает и уран.

6. Пирофорными бывают не только химически активные металлы. В 1978 году пирофорность была обнаружена у меди, в 1880-м — у хрома. Пирофорным можно сделать даже серебро, если восстановить его магнием из насыщенного раствора AgNO_3 . Здесь совместно действуют два фактора: образование серебра в виде очень тонкого порошка и его нагрев в ходе реакции восстановления. Этим же объясняется и самовоспламенение пасты из цинковой пыли и 10%-ного раствора NaOH — щелочь очищает поверхность цинка от его оксида и гидроксида.

7. Пирофорными могут быть не только чистые металлы, но и их сплавы. Например, сплавы церия с лантаном, железом и небольшим количеством других металлов очень хрупкие и при ударе дают целый сноп пирофорных частиц (сходными свойствами обладают и сплавы марганца с сурьмой). Это свойство используют для изготовления кремней для зажигалок. Аналогичный сплав на основе церия используется и в трассирующих пулях и снарядах. Специальная насадка из пирофорного сплава надета на снаряд снаружи; при больших скоростях трение насадки о воздух заставляет снаряд искрить, в результате чего ночью легко проследить его путь. Один из самых пирофорных — сплав 75% церия и 25% платины — практического значения не имеет. Всем химикам-органикам хорошо знаком так называемый скелетный никель (никель Ренея) — катализатор реакций гидрирования. Его получают из сплава никеля с алюминием путем растворения алюминия в щелочи, а используют его в виде суспензии в органическом растворителе. Если такую суспензию случайно пролить, то после высыхания растворителя катализатор загорится. Последствия могут быть довольно неприятными, о чем в свое время рассказал М.Баттарцев в статье «Береги штаны — пирофоры!» («Химия и жизнь», 1969, № 3).

8. Пирофорными могут быть амальгамы (сплавы с ртутью некоторых редкоземельных металлов), карбиды (например, карбиды урана UC , U_2C_3 , UC_2),

оксиды (например, FeO , CrO , UO_2), сульфиды (еще в 1828 году Гей-Люссак получил пирофорный сульфид калия, прокаливая алюмокалиевые квасцы с углем, а пирофор Гомберга получается в похожем опыте при замене угля сахаром), многие гидриды (кремния, бора, фосфора, лантанидов и актинидов). Температура самовоспламенения некоторых гидридов может быть значительно ниже комнатной (для SiH_4 она равна -200°C). Гидриды некоторых металлов получить очень просто. Например, лантан реагирует с водородом уже при атмосферном давлении (реакция почти термонейтральна), образуя черный порошок, который вспыхивает на воздухе и бурно реагирует с водой. Пирофорный гидрид урана UH_3 (он ферромагнитен) используют для получения порошка и различных соединений урана. Пирофорны многие металлоорганические соединения. Так, используемые в органическом синтезе LiAlH_4 , LiCH_3 , $\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$, $\text{B}(\text{CH}_3)_3$, $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ на воздухе самовоспламеняются. Чтобы работать с подобными веществами, химики используют либо вакуумные установки, либо заполняют реакционные сосуды инертным газом. С пирофорными соединениями приходится иметь дело и в химической промышленности. Примером может служить этилат алюминия, широко используемый в качестве катализатора.

9. Пирофорные металлы обладают повышенной реакционной способностью не только по отношению к кислороду. Например, железо и марганец уже при комнатной температуре разлагают воду с выделением водорода, хром реагирует с аммиаком с образованием нитрида.

10. Пирофорность вызывают несколько причин. Вещество должно обладать химической активностью по отношению к кислороду. Важна и большая поверхность (оцените поверхность 1 г железа, составленного из частиц размером 1 мкм). Третий фактор — изменение параметров кристаллической решетки металла (как и предполагал Магнус). Межатомное расстояние у пирофорного железа на 2% больше нормального. Помимо этого, находящиеся на поверхности атомы всегда обладают повышенной реакционной способностью (теплота растворения пирофорного железа в серной кислоте на 6 кДж/моль больше, чем обычного). Потеря пирофорности при повышенных температурах и при перемешивании порошка объясняется его рекристаллизацией с образованием нормальной кристаллической решетки. Четвертый фактор — малая скорость теплоотвода из зоны реакции. Д.И. Менделеев писал: «Сплошные массы железа от того негорючи, что передача ими тепла очень велика, а поверхность прикосновения (где идет окисление) мала». При окислении массивного куска металла теплота реакции уходит в глубь



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

металла, а при окислении маленькой частицы теплота идет на ее нагревание, так как воздух обладает низкой теплопроводностью (пирофорное железо вспыхивает даже при температуре -78°C). Роль теплоотвода была наглядно продемонстрирована в экспериментах с тонкими (0,15 мкм) пленками железа, которые получали осаждением паров железа в вакууме на стекло. После формирования пленки пластинки выносили из вакуумной камеры на воздух. Теплопроводность стекла невелика, поэтому почти вся теплота, выделяющаяся в ходе реакции, расходовалась на нагрев металлической пленки. В результате окисление железа происходило с очень высокой скоростью: фронт перехода металла в оксид распространялся по пленке со скоростью 1 см/с.

11. Пирофоры получают при разложении не только оксалата железа, но и других солей органических кислот. Например, если нагреть в вакууме до 480°C соль винной кислоты — тартрат свинца, то получится порошок, самопроизвольно раскисляющийся на воздухе, хотя свинец намного менее активный металл, чем железо. Если окисление идет медленно, то теплота успевает рассеяться и металл превращается в PbO ; при свободном же доступе кислорода реакция идет так быстро, что порошок очень сильно нагревается и в конце концов бурно сгорает.

И.А.Леенсон

Примечание редактора

Мне довелось наблюдать два необычных случая пирофорности. В некотором эксперименте по помещению разлетелись мелкие и, возможно, горячие частицы молибдена. Они сгорали в полете, превращаясь в легкие нити окиси молибдена. Помещение наполнилось парящими в воздухе белыми нитями... Во втором случае в сушильный шкаф поставили для просушки порошок вольфрама дисперсностью 2–7 мкм. Когда его вынули, по поверхности медленно, со скоростью около 0,5 см/с, ползало светло-красное пятно диаметром около 1 см, оставляющее за собой полосу спеченных частиц.

О расах, нациях, дяде Сэме и Одессе-маме

— Папаша, — ответил Король пьяному отцу, — пожалуйста, выпивайте и закусывайте, пусть вас не волнует этих глупостей...

И.Бабель. Одесские рассказы

Всем известно, что человечество принято делить на расы и нации. Принято это с позиций как сугубо научных (то есть биологических), так и социальных. Правда, последнее не всегда совпадает с первым. Поэтому не худо бы разобраться, что же это такое — расы и нации. Кажется, здесь тот самый случай, когда, как говорят в ученой среде: ребята, давайте договоримся о терминах!

Что такое расы — более или менее понятно. Это большие группы людей, отличающиеся друг от друга по каким-то заведомо четким генетическим параметрам, и внешние признаки, определяемые ими, настолько характерны, что сразу бросаются в глаза. Следовательно, такие группы людей различаются и по генотипу (совокупности генов), и по фенотипу (совокупности внешних признаков), например по цвету кожи, разрезу глаз и так далее.

Иногда случается, что мужчина и женщина, принадлежащие к разным расам, вступают в брак. Их потомки — метисы — обладают чертами обеих рас (вспомним хотя бы Александра Сергеевича Пушкина). Однако по тем или иным причинам (проживание в разных регионах Земли, расовые, а также религиозные предрассудки и прочее) подобные браки заключаются довольно редко. Так было на протяжении тысячелетий и фактически (на уровне популяционной статистики) остается до сих пор. То есть значимой межрасовой метисации среди современного, в частности европейского, человечества нет. Поэтому разобраться, к какой конкретно расе принадлежит тот или иной человек, для обывателя, а тем более для этнографа или антрополога достаточно просто. (Здесь, согласно, этнографической традиции, мы имеем в виду так называемые «большие» расы: европеоидов, монголоидов, негроидов, а также американских и австралийских аборигенов.)

А вот что такое нация, понять труднее.

Скажем, в фашистской Германии считалось, что национальная принадлежность человека определяется





лишь его наследственностью, и, значит, принципиальной разницы между расой и нацией нет. Поэтому-де бывают германцы чистокровные и германцы нечистокровные. Эта теория, получившая броское название «Кровь и Почва», стала «научной основой» официальной идеологии рейха. Так боролись за чистоту германской расы. В конце концов главного пропагандиста этой теории Альфреда Розенберга повесили по приговору Нюрнбергского трибунала, однако любители вычислять проценты русской, немецкой или еврейской крови сохранились до сей поры, и, к сожалению, их немало.

Еще одно заблуждение (правда, в отличие от предыдущего, уже не паранояльное) заключается в следующем: нации — это просто более мелкие группы, на которые делятся расы. Нет, не так! «Раса» и «нация» — это понятия совершенно разные.

Представим себе, что в некоем рододе (скажем, «дипломатическом») случайно перепутали двух младенцев и сын русской женщины попал во французскую семью, а сын французки — в русскую. Кем вырастет сын французки и кем — сын русской?

Ответ достаточно очевиден: сын французки, выросший в русской семье, станет, да-да, русским. Именно так! Он в совершенстве усвоит русский язык (в том числе и его могучий, но непечальный пласт), усвоит русские традиции и ничем не будет отличаться от своих русских сверстников. То же случится и в обратной ситуации: сын русской женщины, с младенчества оказавшийся во французской среде, станет французом. И с каким прононсом ворковать будет! А вот негритенок, выросший в семье белых людей, европеоидом так не станет, хотя европейскую культуру воспримет. Поняли? В этом и заключается принципиальная разница между расой и нацией!

Поэтому сформулируем: *национальная принадлежность (принадлежность к нации, а не к «паспортной» национальности!) любого человека определяется не его генотипом или фенотипом, а освоенной им с детства конкретной национальной культурой.* С этого должен начинаться любой серьезный разговор про расы и нации.

Поэтому фразы о «русской крови», «немецкой крови», «еврейской крови», равно как и вычисление их процентов у какого-либо человека, лишены всякого научного смысла.

Но вот вопрос: существуют ли генетические различия между разными нациями? Да, такие различия могут быть. В большинстве случаев они определяются разной частотой тех или иных генов (точнее, их аллелей). В одной нации какой-то аллель может встречаться с частотой в 30%, в другой — 70%, в третьей — 99%. Соответственно могут быть и фенотипические различия. Скажем, у большинства представителей одной нации нос прямой, а среди большинства другой нации — с горбинкой. Главное, однако, в том, что сама по себе форма носа не делает человека ни русским, ни грузином, ни даже евреем. Повторим: ими делает человека освоенная им национальная культура.

Это — тезис, однако тут необходимо учитывать ряд тонкостей.

В принципе, культура бывает не только строго национальной. В любом обществе (стране) можно отыскать множество субкультур — например, субкультуру рафинированных интеллигентов, или субкультуру любителей собак, или нарушителей закона. Приобщение к этим субкультурам играет определяющую роль в формировании того, что мы называем социально-значимыми чертами личности. Запомним этот термин — «социально-значимые черты личности».

Есть ли разница между национальной культурой и приобщением человека к конкретной субкультуре внутри своей нации — например, к «любителям собак»? И если эта разница есть, то в чем она заключается? Иначе говоря, что есть национальное, а что межнациональное?

Разница в том, что приемлемую для себя субкультуру человек выбирает сам — пусть зачастую бессознательно, инстинктивно. А вот национальную культуру большинство людей выбирать не может, поскольку она окружает их с рождения. Это некий импринтинг — на языке этологов, впечатывание. (То же, кстати, происходит с «выбором»

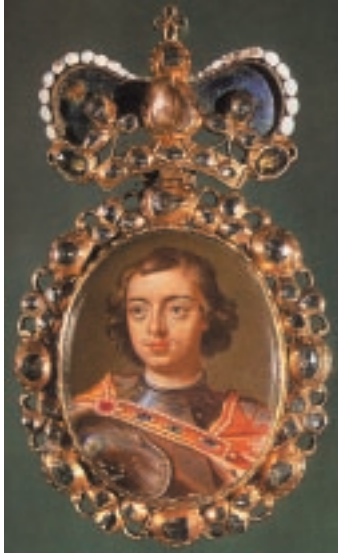
религии: ребенок, родившийся и выросший, скажем, в католической среде, вряд ли станет православным, а уж тем более приверженцем ислама; исключения, конечно, бывают, но это действительно исключения.)

Поэтому, если говорить не о национальной культуре, а именно о субкультуре, то выбор этой последней (осознанный или подсознательный) для конкретного человека определяется именно тем, что и принято называть социально-значимыми чертами личности. И их наследованием.

Разберем это вкратце на другом, более социально острым примере (простите, собачники!). В последние полстолетия много говорится о роли наследственных факторов в формировании преступного (асоциального) поведения. И действительно, генетико-статистические исследования четко показывают, что роль наследственных факторов здесь достаточно велика. Ссылки на капитальные труды в этой области приводить нет смысла — их несметное количество. Укажем лишь на обобщенный результат классических исследований по генетике близнецовости: вероятность того, что второй мужчина из пары однояйцевых (именно таких!) близнецов станет преступником, в случае, если преступником уже стал первый из них, составляет 80–90%. Вот вам роль наследственности, вот что значит природная заданность!

И тем не менее надо отметить: те, кто изучают генетику социально-значимых черт личности, не всегда задумываются о социальных механизмах, способствующих тому, что люди с определенным генотипом (да, определенным!) в конце концов становятся преступниками. Речь уже не о близнецах. Ведь преступников-одиночек (например, сексуальных маньяков), слава Богу, относительно мало.

Вот печальные реалии. Для подавляющего большинства уголовников путь на нары начинается именно с выбора определенной социальной среды, где будущему правонарушителю (а пока еще расхристанному, заброшенному мальчишке) очень удобно вращаться. Среда эта, конечно, жесткая, далеко не добрая, но — своя. Во времена нашей



молодости там были популярны душевные песни про девушку Мурку-изменницу и про треклятый город Магадан, а нехорошего человека называли «редиской». (Сей романтический период отечественной маргиналии, талантливо отраженный в фильме братьев Вайнеров с Высоцким в главной роли, и в подметки не годится сегодняшним временам, когда асоциальность становится чуть ли не нормой.) Поэтому надо говорить не о «генах преступности», а о генах, определяющих специфику психического склада (наследственной типологии личности), благодаря которой некий человек чувствует себя достаточно комфортно в определенной среде — той именно, где могут возникнуть проблемы с правоохранительными органами. И не слишком комфортно в обществе законопослушных людей. (Правда, сегодня действительно все перемешалось: «они» чувствуют себя достаточно комфортно и там, и там и делают свое дело. Но это — совсем другая тема.)

Впрочем, мы отвлеклись — вернее, увлеклись. Тут важно было дать понять, что, помимо национального, существует еще и межнациональное, определяемое спецификой психического склада личности, — выбором своей (именно своей) социальной среды. Преступник, он и в Африке (Америке, Европе) преступник, вне зависимости от принадлежности к какой-либо расе или нации. Среди генетиков есть такое известное выражение: «Генотип ищет свою среду». Ищет и, как правило, находит. Если среда (социум) вовремя не

подправит этот поиск. Вот в этом-то последнем все и дело! Тривиальные литературные примеры подвигов советской педагогики вроде «Республики ШКИД» или школы Макаренки, между прочим, не так уж плохи: ведь там, по сути, показано, как и куда, в

какое разумное русло следует канализировать повышенную природную эмоциональность и агрессивность подростков — потенциальных правонарушителей. Было бы желание — точнее, социальный заказ.

Однако продолжим. Довольно часто встречается мнение, гласящее, что у последних русских царей не было ни капли русской крови. Не будучи поклонником российской монархии, должен отметить полную бессмысленность подобных обвинений. И с точки зрения биологии, и с точки зрения истории. По той простой причине, что «русской крови» (а точнее, «русско-генотипа») не бывает — так же, как не бывает крови немецкой, итальянской, украинской или казахской. Немцами на российском престоле были двое — Петр III и Павел I, а все правившие после них наши государи были русскими, несмотря на немецкое происхождение своих матерей.

Сейчас объясню.

Какова национальная принадлежность Екатерины Великой, то есть Екатерины II? Как известно, ангальт-цербтская принцесса Софья-Фредерика Августа, чистокровная немка, в четырнадцатилетнем возрасте приехала в Россию, чтобы стать женой наследника российского престола. Наследник же, будущий Петр III, был сыном чистокровного немца (голлштейнца) герцога Карла-Фридриха и Анны Петровны, дочери Петра I, тоже, кстати, далеко не чистокровной русской. Вот такой «кровный» расклад. Однако Великая Императрица (намеренно пишу с заглавных букв) Екатерина II потому и стала действительно великой, что смогла сделаться (сделать себя!) русской, для которой Россия — не «эта страна», а «наша Родина». Это к разговору о нации и о крови.

А вот сын Екатерины II, император Павел I, как вырос немцем, так им и остался. И это несмотря на то, что, в отличие от матери-немки, всю жизнь прожил в России. Почему?

Так сложилось, что взаимоотношения Павла с русским окружением, да и с матерью (с нею, во-первых), складывались достаточно сложно, и потому он предпочитал общаться с немцами, хотя, разумеется, хорошо владел русским языком. И результат: Россия и русская культура были для него абсолютно чуждыми. Да, конечно, он по-своему желал блага стране, императором которой наконец стал в 42-летнем возрасте. Однако, не понимая специфику российской культуры, Павел поставил перед собой абсолютно утопическую цель — навести здесь немецкий порядок. Оно бы, конечно, и неплохо, да недостижимо. И в конце концов все кончилось трагически, хотя и закономерно: Павла свергли (убили) патристически настроенные русские офицеры, не желавшие видеть на троне иностранца, к тому же самодура.

Впрочем, если об императорах, то вот вам обратный пример. Далеко не всегда интенсивное общение с представителями других народов приводит к принятию их национальной культуры. В юности Петр Великий очень тянулся к тем же немцам, а также голландцам и англичанам и подолгу с ними — у них же — общался. Но ни немцем, ни голландцем не стал, хотя многому у них научился. Ибо размах у императора был исключительно наш. Да, «окно в Европу», но все по-своему, по-русски.



Очень интересный вопрос: а может быть, национальная культура исторически

формируется под влиянием наиболее распространенных в конкретном районе генотипов и фенотипов?

В некоторых случаях это влияние вполне очевидно. Например, такой признак, как темперамент.

Темперамент человека в значительной степени определяется наследственностью и, наравне с этим, входит в стереотип поведения той или иной нации. Скажем, типичный финн — это человек с флегматичным темпераментом; он молчалив, нетороплив и даже медлителен. А вот француз — истинный сангвиник — оптимистичен, говорлив и, как правило, весел; недаром есть такое понятие: истинно французский юмор. Понятно, что подобные национальные особенности поведения смогли сформироваться лишь на определенной генетической основе. Челове-

ку с природно холерическим темпераментом освоить стереотип поведения финна будет непросто. И поэтому можно предположить, что в популяции, когда-то давшей начало финнам, таких людей было относительно немного. Скорее всего, им приходилось, говоря современным языком, эмигрировать в поисках национальной среды, более гармонирующей с их темпераментом.

Тем не менее флегматичный темперамент сам по себе не делает человека финном. Равно как и иные наследственные особенности — скажем, светлые волосы или физическая выносливость. И среди нас, русских, живут такие, и ничего — вполне нормально. Хотя не исключено, что с этими особенностями им было бы вольготней в Финляндии. Если бы там родились...

Еще один интересный пример. Среди европейцев, как известно, не принято класть ноги на стол. И как же такая традиция могла возникнуть у американцев, потомков выходцев из Европы?

Вспомните: на наших славных карикатурах времен развитого социализма, которые изобразили символ американского империализма — дядю Сэма, этот дядя неизменно очень худой и с длинными ногами, лежащими на столе. Ну и, конечно, с сигарой в зубах, но это уже деталь.

Так вот, весь облик дяди Сэма, его фигура, весьма типичны для фенотипа синдрома Марфана. Напомним: это — редкое и зачастую тяжелое заболевание, определяемое мутацией одного гена, расположенного в длинном плече 15-й хромосомы (характерные проявления: помимо высокого роста и худобы, врожденные пороки сердца, подвывих хрусталика, ну и другие аномалии развития соединительной ткани). Однако в отдельных случаях люди с синдромом Марфана, у которых перечисленные

патологические признаки выражены, слава Богу, слабо, обладают поразительной работоспособностью, о чем писал наш выдающийся генетик В.П.Эфроимсон (см. его фундаментальный труд «Генетика и гениальность», а также «Химия и жизнь», 1994, № 12, с. 8–17).

Значит, о дяде Сэме. Янки (именно янки, а это, в исходном значении слова, — потомки выходцев из Англии, осевших в северо-восточных районах Нового Света) происходят от небольшого числа эмигрантов, переселившихся туда в XVII веке. По-видимому, среди этих эмигрантов был один или несколько человек с синдромом Марфа-

на. И в результате чисто случайных обстоятельств (в популяционной генетике это называется «эффект родоначальника») через несколько поколений доля людей с синдромом Марфана (то есть их частота) среди янки оказалась выше, чем среди европейцев. Это вовсе не байка: подобный «эффект родоначальника», проявляющийся на новых, колонизируемых территориях, отмечен не только в отношении синдрома Марфана, но и ряда других редких генетических признаков (повествовать об этом — тема для отдельной статьи!).

Но — и тут главное! — эта доля оказалась еще выше среди... крупных американских предпринимателей: «марфаны» — сверхработоспособные люди — чаще достигали делового успеха. И не только делового, но и политического: вспомним действенного великого президента США Авраама Линкольна. А ведь он был тоже «марфаном». (Кстати, это же относится и к другому великому президенту, уже французскому, — Шарлю де Голлю.)

Так вот, вы не забыли, о чем речь? О привычке класть ноги на стол. По-видимому, именно среди этой, специфической и относительно небольшой, части американского населения и появилась шокирующая европейцев манера. Ведь человеку с фигурой дяди Сэма держать ноги под столом очень трудно — ну девать там их некуда! А американцы — народ непринужденный и без предрассудков...

А дальше — то, что в генетике называется «сигнальной наследственностью», иначе говоря, подражанием, когда младшее поколение перенимает привычки у старшего. Да, «марфанов» было мало, но зато какие это люди — миллионеры, миллиардеры! Поэтому дурная (с нашей точки зрения) привычка распространилась среди более широких слоев населения и со временем стала частью американской национальной культуры. Ведь кладя ноги на стол, мелкий бизнесмен ощущал себя большим боссом и от этого испытывал радостное чувство... Вот так, все очень незамысловато. Как говорил классик, зри в корень.

Впрочем, хотя американцы — народ простецкий, но и они постепенно приобретают светский лоск, то есть общаются к условностям, и именно европейским. Поэтому традиция класть ноги на стол там постепенно исчезает. Ведь европеец, даже с синдромом Марфана, ноги на стол никогда не положит, тем более в присутствии дам. Национальная культура европейских народов надежно блокирует такие привычки.

Повторим: этот пример интересен тем, что один из компонентов национальной культуры оказался связан с генотипом очень небольшой (но авто-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ритетной!) части населения. Такие ситуации нередки, и потому именно, что люди стремятся подражать тем, кто стоит на более высоких ступенях социальной лестницы.

Еще одна сторона дела: для того чтобы успешно освоить изначально чужую национальную культуру, нужно, чтобы ее носители относились к тебе, натурализованному в данной стране, как к «своему», а не как к иностранцу. Однако некоторые, но вполне определенные особенности фенотипа могут этому препятствовать. Так, японцы вряд ли признают «своим» негра. Да и белого человека тоже. Тут дело не столько в генах, сколько в другом: японская национальная культура такова, что «своим» в ней признается только человек желтой расы. А вот русская культура в этом отношении более терпима. Поэтому потомки Авраама Петровича Ганнибала очень быстро обрусели, и вопрос «свой-чужой?» к ним не относился. Ясно, свои.

У А.И.Куприна есть замечательный рассказ «Штабс-капитан Рыбников». Его герой, японский шпион, настолько умело имитировал свойственные русскому пехотному офицеру особенности поведения, что никто из окружающих просто не видел, что он принадлежит к другой расе. Об истинном лице штабс-капитана Рыбникова догадались лишь три человека: сначала некий сильно подвыпивший тип, обозвавший Рыбникова японской мордой, потом — профессор-аналитический литератор, привыкший обращать внимание на мелкие детали поведения, и, наконец, барышня из заведения, наблюдавшая штабс-капитана в те минуты, когда, как известно, самоконтроль ослабевает.

Таким образом, налицо много особенностей, связывающих генфонды человеческих популяций и национальные культуры. Но это никак не отменяет основного вывода: *единство нации определяется единством национальной культуры, а не сходством генов живущих в данной среде (стране) людей.*

Как возникают новые этнические общности и новые национальные культуры? И можем ли мы наблюдать их реальное возникновение?





РАЗМЫШЛЕНИЯ

Да, можем. Относительно недавно возникли такие нации, как американская и австралийская. Но для нас особый интерес представляют отечественные примеры. Верней, пример.

На берегу Черного моря есть прекрасный город Одесса. В этом городе уже несколько столетий живут представители многих народов: русские, украинцы, молдаване, евреи, потомки греков, итальянцев, французов, болгар, турок. Это общеизвестно. Но известно ли вам о том, что когда в начале 90-х годов истекшего века на юге СССР (и затем бывшего СССР) запылали пожары межнациональных конфликтов, то они обходили Одессу стороной? Чудо? Да нет, тут все просто. Потому что на самом деле Одесса — это вовсе не многонациональный город. В нем нет русских, украинцев, молдаван, евреев, а также потомков всяческих европейцев. В Одессе жили и живут одесситы! А одессит — это не просто житель Одессы, это — новая нация, со своей ярко выраженной национальной культурой и даже зачатками собственного языка. И сложилась эта нация буквально на протяжении нескольких веков, с конца XVIII, благодаря интенсивному перемешиванию (панмиксии) здешнего многонационального населения. И как-то все если уж не сказочно по-доброму, то, во всяком случае, без агрессии. Хотя разных генов и гремучих темпераментов там

всегда было предостаточно. То ли потому, что ласковое море и ласковое солнце, то ли из-за врожденного понимания, что выгоднее дело делать — торговать, а не воевать. Она всех объединила и всем дала жизнь, Одесса-мама...

Наблюдение за этим одесским феноменом позволяет сделать некоторые поучительные выводы.

Самое простое предположение о механизме формирования новых национальностей заключается в следующем. От большой нации по каким-то причинам отделяется относительно малая группа людей, чья культура начинает развиваться в несколько другом направлении. Постепенно различия в культурах нарастают, и через много поколений отделившаяся группа превращается в новую нацию.

Это предположение — аналог широко распространенной в биологии концепции дивергентной эволюции. Согласно этой концепции, каждый вид возникает из другого, вполне определенного. И, надо полагать, каждая нация тоже.

Однако пример Одессы показывает, что, по крайней мере в данном случае, концепция дивергентной эволюции тут не работает. Ибо новая нация возникает не из одной, а из нескольких «предковых» национальностей. Точно так же, как всякий ребенок объединяет в себе гены двух родителей.

Второй вывод: культура, вокруг которой может сформироваться новая нация, должна быть очень «соблазнительной». Лишь в этом случае она не навязчиво привлечет к себе представителей разных народов, вдохновляя их сменить прежнюю национальную культуру и паспортную принадлежность.

Одесская культура удовлетворяет этому условию. Она очень яркая, манящая, а ее носители и вправду настолько соблазнительны, что вовлекают в свою орбиту людей самых разных национальностей, с самыми разными генотипами, заставляя их, поселившихся здесь, изменить привычный стереотип поведения. И обогатить



своими генами и традициями новую формирующуюся культуру. Создать такую, повторим, соблазнительную культуру могли лишь талантливые и энергичные люди, которым, по ставшим крылатым выражению Л.Н.Гумилева, свойственна высокая пассионарность. (Для тех приверженцев науки, кто серьезен, однако не слишком зануден, то есть ценит юмор: «пассионарии» — это, по сути своей, те, кому, как говорят, больше всех надо. И если в обществе, где они обитают, их не окорачивают фразой вроде «А ты не высывайся!», то это общество станет со временем очень продвинутым, то есть социально прогрессивным.)

Одесса — это уникальный объект, позволяющий, и уже давно, непосредственно наблюдать процесс формирования новой этнической общности. Новой нации. Где и русский, и украинец, и еврей, и турок — одессит. Вот только в паспорте такой графы нет. И хорошо, что нет. Важно, есть место рождения (проживания) — Одесса.

А что до «чистоты крови», то, как сказано выше (см. эпиграф), «пусть вас не волнует этих глупостей».



Судьба обезьяны

С. Комаров

Рис. Д. Кедно



РАСЧЕТЫ

В эволюции человека есть одна очень большая проблема. Это проблема переходного звена, или общего предка. В самом деле, есть современный человек, есть останки кроманьонцев, неандертальцев, австралопитеков, есть обезьяны, а вот общего предка, от которого в разные стороны пошли ветви людей и обезьян, пока еще никто не нашел. Поэтому одни ученые весьма убедительно говорят, что, мол, та, переходная, форма была совсем немногочисленна. Вот и не осталось от нее никаких следов в каменной летописи. Другие, не менее убедительно, утверждают, что не было никогда никакой переходной формы: человек сразу получился от праобезьяны таким, какой он есть. Впрочем, может быть, и не от обезьяны вовсе — к такому выводу приходят некоторые из этих ученых, будучи последовательными в своих рассуждениях. А третьи в это время с помощью калькулятора или компьютера рассчитывают, а когда же этот общий предок должен был жить, чтобы породить все многообразие отошедших от него ветвей. Свежий пример — ученые из Полевого музея (США), которые попытались вычислить, когда же жил общий предок современных приматов.

случае — время существования вида. Этот параметр для древа приматов американские ученые определили из того, что в конечный момент времени, а именно сейчас, на планете живет 235 видов наших родственников. Далее они предположили, что окаменели останки отнюдь не всех видов — большая их часть потерялась, причем доля потерянных остатков стала вторым параметром модели. Ученые немного схитрили: дабы свести концы с концами, они решили, что в разные периоды сохранность древних косточек сильно отличалась, например в конце палеогена она была в 5–10 раз хуже, чем в другие времена, отчего и получилась столь глубокая яма на графике. Ну и третий параметр модели — время, которое должно пройти между появлением нового вида и возрастом первой находки остатков, то есть моментом, когда вид станет столь многочислен-

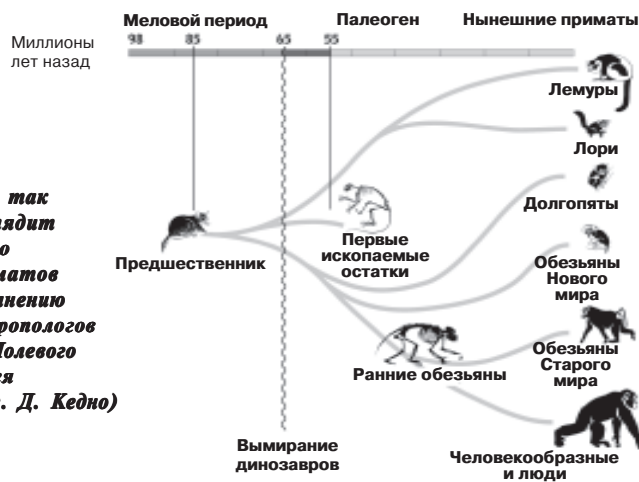
ным, что кому-то повезет сохраниваться в веках.

Самые первые остатки приматов образовались в начале палеогена, примерно 55 миллионов лет тому назад. Поэтому обычно появление родоначальника приматов относят еще на десять миллионов лет в глубь истории. Прошедшее с тех пор время ученые разбили на интервалы, соответствующие геологическим периодам, и посчитали число остатков, найденных в каждый из них. Затем на компьютере запустили модель эволюции и подобрали ее параметры так, чтобы в среднем по всем интервалам расчетное число видов лучше всего соответствовало числу найденных остатков.

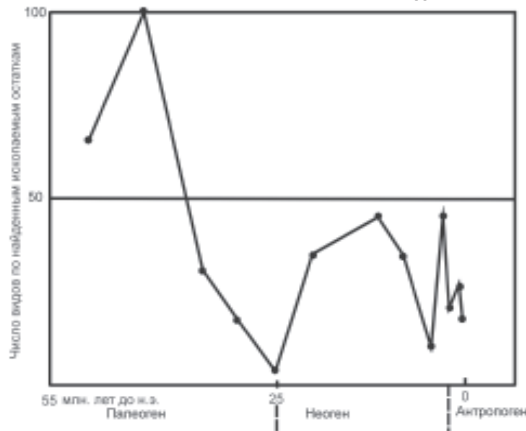
Ну а после того, как модель была построена, в ней включили обратный отсчет времени и выяснили: наш общий предок появился еще в мезозое. Значит, он успел вдоволь полюбоваться на динозавров и, наверное, как следует побегать от них, прячась в густых зарослях папоротников, араукарий или секвойядендронов. В общем, получилось, что приматы появились 89 миллионов лет тому назад, — это, кстати, соответствует мнению некоторых молекулярных биологов, которые рассчитывают эволюционное древо исходя из числа мутаций. Напомним, что массовая гибель динозавров случилась примерно 65 миллионов лет назад.

Вот такое существо, которое показано на рисунке, считают американские специалисты за примата, и могло стать корнем эволюционного древа, породившего самого могущественного жителя Земли.

Вот так выглядит древо приматов по мнению антропологов из Полевого музея (Рис. Д. Кедно)



Зависимость числа ископаемых приматов от времени



Справка

Полевой музей (Field Museum) был открыт в 1921 году в Чикаго. С тех пор он превратился во всемирно известную организацию, занимающуюся исследованиями по антропологии, ботанике, геологии, зоологии, пониманию культур и сохранению природного наследия. Коллекция музея насчитывает 22 миллиона экспонатов, он имеет представительства в 93 странах, а в его стенах работает более 70 научных сотрудников. Восстановлением древа приматов занимался вице-президент музея по академическим связям доктор Роберт Д. Мартин со своими коллегами из других институтов. В Интернете см. на www.fieldmuseum.org.

Тернистая дорога к

ДНК

Приближается большой научный юбилей — полвека открытия двойной спирали ДНК. Опубликовано в апреле 1953 года 25-летним Джеймсом Уотсоном и 36-летним Фрэнсисом Криком, оно положило начало бурному развитию молекулярной биологии, которое продолжается и в наши дни. Двойная спираль стала символом наук о жизни — ее изображают на почтовых марках и медалях, в виде скульптур и барельефов (к примеру на фасаде одного из зданий лаборатории в Колд-Спринг-Харборе).

В 1962 году Уотсон и Крик (вместе с Морисом Уилкинсом) стали нобелевскими лауреатами, а в 1968 году вышла книга Уотсона «Двойная спираль». Нечасто случается, что все обстоятельства крупнейшего достижения описывает не историк или журналист, а его автор, причем для непрофессионального литератора, на редкость увлекательно. Книга стала бестселлером, и о драматичной истории раскрытия химической природы гена узнала широкая публика.

Русский перевод «Двойной спирали», сделанный М. Брухновым и А. Иорданским, впервые появился на страницах «Химии и жизни» в 1968—1969 годах, а затем вышел и книгой (М.: Мир, 1969; кстати, недавно она переиздана в Ижевске). Предисловие к русскому изданию написал В.А. Энгельгардт. Потом в Англии по мотивам книги сняли игровой телевизионный фильм, который лет 10–12 назад показали у нас в передаче «Под знаком «пи».

В последующие годы на Западе вышли другие книги, посвященные истории самой главной молекулы, например R. Olby, «The Path to the Double Helix»; J. Gribbin, «In Search of the Double Helix». Свои воспоминания в 1988 году издал Фрэнсис Крик (недавно он продал за 1,8 млн. фунтов стерлингов свой архив, относящийся к 50-м годам, который вскоре станет доступен историкам). Наш журнал тоже уделял большое внимание этой теме — вот некоторые из публикаций: 1974, № 12; 1975, № 6; 1976, № 1; 1978, № 5; 1990, № 9.

Не все авторы согласились с трактовкой событий, которую дал Уотсон. Возражения касались главным образом роли отдельных лиц и взаимоотношений между ними. Так, указывали на недооценку

вклада Розалинды Фрэнклин, чьи рентгенограммы ДНК стали исходным пунктом построения моделей; как заметил Крик, она «была всего в двух шагах от решения проблемы». Обсуждали также значение открытой Эрвином Чаргаффом закономерности в химическом составе ДНК и насколько Лайнус Полинг был близок к тому, чтобы первым определить структуру этого полимера.

Кроме того, многие специалисты говорили о трудностях, которые встречает модель Уотсона и Крика в объяснении процесса репликации ДНК, разделения двух ее тяжей. Тут можно вспомнить мнение Фрэнклин, что рентгенограммы не указывали на правильную спиральность ДНК, и Уотсон писал: «Я перебил ее, заявив, что спираль — самая простая конфигурация любой регулярной полимерной молекулы...»

Эти трудности не сняты и по сей день, что служит основанием для рассмотрения альтернативных моделей (см. «Химию и жизнь», 1999, № 9). Так что научная часть истории, возможно, еще получит неожиданное продолжение. Но главная ценность «исповеди» Уотсона заключалась в воссоздании самой атмосферы научного поиска, сложных коллизий, в которые были вовлечены его участники.

В момент выхода «Двойной спирали» в Англии Джон Мэддокс, в то время главный редактор «Nature», поделился с читателями журнала своими соображениями о ней; его статья была опубликована 18 мая 1968 года.

Выход в свет на этой неделе в Британии книги профессора Джеймса Уотсона «Двойная спираль» наверняка вызовет еще больший ажиотаж вокруг истории о том, как открыли строение вещества наследственности, то есть молекулы ДНК. Я не собираюсь сейчас подробно рецензировать ее — просто хочу высказать первые впечатления о книге и обрисовать кое-какие проблемы, которые ее появление может создать. А детальный разбор ее достоинств и недостатков нужно отложить, по крайней мере, до того времени, когда с ней ознакомится читатель.

Дело в том, что «Двойная спираль» — необычное литературное произведение. Для редакции «Nature» явным признаком этого стало откровенное нежела-

ние ученых публично комментировать ее. Не менее дюжины известных биохимиков отклонили наше предложение написать отзыв о книге, ссылаясь на то, что они либо были слишком тесно связаны с описываемыми событиями, либо слишком далеки от них, либо же в данный момент очень заняты. Наверное, было бы легче узнать их мнение о каком-нибудь скандальном порноромане.

Однако их публичная сдержанность с лихвой компенсируется горячностью, с которой книгу обсуждают в частных разговорах. Она уже стала причиной раскола в научной среде, где прочитавшие ее люди четко разделились на два лагеря — одобряющих и осуждающих. Причем многие из тех, кто еще не держал книгу в руках, уже заняли ту или иную позицию, что говорит о наличии предубеждений. Пока споры идут в основном вокруг вопроса, нужно ли было вообще писать такую книгу. Не исключено, что она даже может осложнить личные отношения между исследователями, работающими в этой области науки. Как мы знаем, в последнее десятилетие она развивалась особенно успешно, и, конечно, такой поворот был бы крайне нежелателен.



Модель одного витка двойной спирали ДНК, которую построили Уотсон и Крик в 1953 году. Ее высота почти два метра



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

ра Розалинды Фрэнклин, которые занимались рентгеновской кристаллографией ДНК в лондонском Кингз-колледже.

Правда, в трогательном эпилоге Уотсон открыто признает, что был несправедлив к Фрэнклин и что его «первые впечатления о ней и как о человеке, и как об ученом были во многом неверны». По его словам, он наконец понял, «какую борьбу приходится выдерживать умной женщине, чтобы добиться признания в научном мире, где на женщину обычно смотрят как на отвлечение от серьезной работы».

Книга передает аромат послевоенной Англии, прежде всего Кембриджа, где произошли главные события, причем не только внешнего и официального, но и неформального, со всеми его слухами и сплетнями. Что касается истории научного прорыва, то автор излагает ее живо, но неполно. Все же он дает достаточно ясную картину того исходного материала, от которого отталкивались Уотсон и Крик в своих размышлениях о ДНК в начале 50-х годов.

Они, похоже, сразу пришли к выводу, что основываться надо в первую очередь на здравом смысле — том самом, что позволил Лайнусу Полингу предложить способ укладки белковой цепи в виде альфа-спирали. Уотсон говорит, что их с самого начала привлекла спиральная структура и его раздражало нежелание доктора Фрэнклин согласиться со спиральной интерпретацией полученных ею рентгенограмм.

Строение остова молекулы ДНК — чередование в нем сахаров и фосфатных групп — в то время уже было известно. Но оставалось неясным, расположен ли остов внутри или снаружи спирали и сколько сахарофосфатных тяжей он содержит — один, два, три или еще больше? Книга напомнит, насколько важными оказались установленные ранее другими исследователями факты относительно структуры ДНК, в частности что плоскости пуриновых и пиримидиновых оснований ориентированы почти перпендикулярно сахарам; это сразу направило построение моделей в правильную сторону. Уотсон пишет, что долгое время они исходили из неверной таутомерной формы оснований.

Неприятный осадок, который остается от чтения книги, отчасти, несомненно, связан с описанием визита профессора Эрвина Чаргаффа в Кембридж в 1952 году, с натянутостью их отношений. Незадолго до этого Чаргафф обнаружил закономерность в составе молекул ДНК, взятых от разных организмов, — в них количества аденинов и тиминонов, а также гуанинов и цитозинонов совпадали. Открытый Уотсоном и Криком принцип комплементарности оснований позволил сразу объяснить эти соотношения, поэтому правило Чаргаффа послужило веским доводом в его пользу.

Итак, что же читатели в итоге извлекут из этого сочинения? Принесет ли оно больше пользы или вреда, и положит ли книга начало традиции, когда каждая лаборатория будет иметь своего Пипса? (Сэмюэл Пипс — английский государственный деятель XVII века, дневники которого, не предназначавшиеся для посторонних, содержали компромат на его современников. В предисловии к «Двойной спирали» Лоуренс Брэгг отметил, что Уотсон пишет «с пипсовской откровенностью». — Л.К.)

Я думаю, эмоции постепенно улягутся и в конце концов влияние книги будет все же благотворным. Возможно, она вызовет откровенный обмен мнениями по наболевшим вопросам научной жизни, например об излишне острой соревновательности в проведении исследований, связанной с борьбой за приоритет. Уотсон открыто об этом говорит (как они с Криком опасались, что Лайнус Полинг их опередит), и это служит еще одним доказательством его правдивости.

Нужно учесть, что это лишь первая попытка отразить все перипетии свершившегося открытия. И не так скоро, видимо, появится новый рассказ об этом или каком-нибудь другом значительном научном достижении, в котором столь же достоверно были бы показаны все взлеты и падения ученых на тернистом пути к истине.

Предисловие и сокращенный перевод с английского

Л.Каховского

Почему чувства людей оказались так обострены? Как профессору Уотсону удалось задеть столь многих своих коллег? Видимо, он выдал какие-то секреты, нарушил негласные правила, табу, согласно которым все эмоционально-личное в научной деятельности (особенно когда это не самые высокие человеческие помыслы) должно оставаться скрытым от непосвященных. Уотсон показывает, что процесс познания природы идет куда более извилистыми и менее логичными путями, чем многие думают, и что роль отдельных индивидуальностей, а также случая очень велика. Обычно обо всем этом мало говорят именно из-за принятого в обществе науки принципа скрытности и сдержанности.

Попытки автора нарушить его привели к тому, что книга стала по необходимости невежливой. Читатели, незнакомые близко с миром биохимиков и кристаллографов, сочтут, вероятно, что единственное неделикатное высказывание касается сэра Лоуренса Брэгга, который тем не менее великодушно написал к ней предисловие. Но Уотсон не всегда проявляет учтивость и в описании других своих коллег, например профессора Мориса Уилкинса и докто-

«Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!»

Горькие размышления переводчика по поводу веселой книги Ричарда Фейнмана

9 июля 1964 года на даче на Николиной Горе Лев Андреевич Арцимович начал свое приветствие хозяину дачи, Петру Леонидовичу Капице, которому в этот день исполнилось 70 лет, словами: «Когда-то на Земле жили игуанодоны. Они были настолько нелюбопытны, что когда один игуанодон начинал есть другого с хвоста, тот не сразу замечал это». Арцимович выдержал многозначительную паузу и потом под смех присутствующих добавил: «Не таков наш юбиляр».

Книга, главы из которой начинает печатать «Химия и жизнь», называется «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!» и имеет подзаголовок «Приключения любознательного типа». Строго говоря, это даже не автобиография Ричарда Фейнмана, знаменитого американского физика, участника Манхэттенского проекта, лауреата Нобелевской премии за работы по квантовой электродинамике, автора «диаграмм Фейнмана», автора популярного курса лекций по физике и т.д. и т.п. Это записи его рассказов о своей жизни, сделанные на протяжении «семи лет весьма приятной игры на барабане» (это было одно из увлечений Фейнмана) его учеником и другом Ральфом Лейтоном. По жанру это треп, очень свободный треп очень умного человека. Не имеющий отношения к науке читатель найдет в этой книге ответы на вопросы (если, конечно, эти вопросы для него интересны): видят ли ученые окружающий мир так же, как остальные люди, или нет? кто становится ученым? как становятся учеными?

Нужно ли нам знать все это? Нужно. С тем, что я скажу сейчас, не согласятся многие, особенно в Министерстве науки Российской Федерации: Министерство науки у нас есть, а вот науки уже нет. Ее нынешнее существование можно назвать «жизнью после смерти». Как у Салтыкова-Щедрина в сказке «Орел-меценат»: «Орел цыркнул, и науки прекратили свое течение». Нашему «орлу» и цыркать не пришлось – просто перестали платить ученым, и разбрелись они кто куда, кто – на заграничные хлеба, кто в торговлю, а кто и помер. Но рано или поздно России придется возрождать науку, а для этого кроме денег понадобятся молодые люди, которым профессия ученого интереснее профессии наемного убийцы или проститутки. Я уверен, что среди тех, кто прочтет книжку Фейнмана, таких станет больше.

Эта книга была издана по-английски давно, в 1985 году. Так давно, что автор этих строк успел напечатать перевод главы «Счастливые числа» в журнале «Природа», послать препринт смертельно больному Фейнману и получить его обратно с трогательной надписью: «Спасибо, что перевели это. Приятно видеть это на русском. Надеюсь, что Вам повезет перевести всю книгу. Ричард Фейнман».

Фейнман умер в 1988 году в возрасте 70 лет, отключив свой аппарат «искусственная почка». Хоронил его весь Калтех

Спасибо, мистер Фейнман, за жизнерадостную книгу, которая сослужит добрую службу и моей стране!

Ю.Орехов

«Грузокультовые» науки

Ричард Фейнман

Из выступления по случаю начала занятий в Калифорнийском технологическом институте

В средние века имело хождение множество бредовых идей — вроде того, что кусок рога носорога может увеличить мужскую потенцию. Затем был открыт метод отбора идей: попробовать применить идею и, если она не работает, забраковать ее. Этот метод развился, естественно, в науку. И развился очень успешно, так что теперь мы живем в век науки. Это настолько научный век, что сейчас мы с трудом представляем себе, как вообще могли существовать знахари: все или почти все, что они были способны предложить, в действительности не работало.

Однако даже сегодня я встречаю много людей, которые, сразу или выждав момент, затевают со мной разговор о «летающих тарелках», об астрологии, о всяких мистических явлениях, о «новых формах сознания», об «экстрасенсорном восприятии» и тому подобном. И я пришел к выводу, что к науке это отношения не имеет.

Люди верят в такое множество чудес, что я решил выяснить, почему они во все это верят. И моя страсть к исследованиям завела меня в такие дебри, где я почувствовал, что вся эта



АРХИВ





мура подступает мне к горлу. Начал я с изучения различных видов мистицизма и загадочных случаев. Я побывал в «камерах одиночества» и многие часы провел в галлюцинациях, поэтому я кое-что об этом знаю. Потом я отправился в Изален, который является рассадником идей такого сорта (чудесное местечко, советую побывать там). А потом я понял, что сыт этим по горло. Я и не представлял себе, сколько есть на свете ерунды.

В Изалене имеются большие ванны, питаемые горячими ключами, бьющими из рудной жилы, примерно в тридцати футах над уровнем океана. Одним из самых приятных моих тамошних занятий было сидеть в одной из этих ванн, смотреть на волны, разбивающиеся внизу о скалистый берег, и изучать нагих красоток, спокойно приходивших и усаживавшихся в ванну рядом со мной.

Однажды я залез в ванну, в которой уже сидела красotka с молодым человеком, по всей видимости незнакомым с ней. Я подумал: «А как бы мне заговорить с этой голенькой милашкой?»

Пока я соображал, что бы ей сказать, молодой человек говорит ей: «Я, видите ли, учусь массажу. Не мог бы я попрактиковаться на вас?»

«Конечно», — отвечает она. Они вылезают из ванны, и она устраивается на массажном столе неподалеку.

Я говорю себе: «Вот это ловкий ход! Я до этого не додумался бы!» А он начинает массировать большой палец у нее на ноге. «Кажется, я чувствую», — говорит он, — я чувствую какую-то вмятину. Это, наверное, гипофиз».

Меня взрывает:

— Ты чертовски далеко от гипофиза, парень!

Они с ужасом смотрят на меня — я себя выдал, — а я говорю:

— Это рефлексология!

Я быстро закрываю глаза и делаю вид, что предаюсь размышлениям.

Это только один пример тех явлений, которые интересовали меня. Я занимался также экстрасенсорным восприятием и парапсихологическими феноменами. Последним писком моды тогда был Ури Геллер, человек, который, как говорили, мог гнуть ключи, поглаживая их пальцем. И вот я по его приглашению отправился к нему в отель на сеанс чтения мыслей и изгибания ключей. Ни одной моей мысли он не прочел правильно; никто, кажется, не угадал ни одной моей мысли. Мой сын достал ключ, и Геллер стал гладить его, но ничего не случилось. Тогда он сказал нам, что это лучше получается под водой, и вот представьте себе картину: все мы столпились в ванной, хлещет вода и Геллер трет пальцем ключ под водой. И опять, однако, ничего не случилось. Исследовать этот феномен мне так и не удалось.

Тогда я стал соображать, во что мы верим еще (тут-то мне и пришла в голову мысль о знахарях и о том, как легко было разоблачить их, заметив, что ни один их рецепт не срabатывает). И я нашел вещи, в которые верит еще больше людей. Возьмем, например, нашу уверенность в том, что мы знаем, как надо преподавать. Существуют школы методов обучения чтению, математике и другим вещам, но если вы посмотрите внимательно, то увидите, что показатели чтения падают — или не растут, — несмотря на то что авторы методов обучения постоянно заняты их улучшением. Мы явно имеем дело со знахарскими рецептами, которые не работают. Следует разобраться, откуда эти люди знают, что их метод будет работать? Другой пример — как обращаться с преступниками. Совершенно ясно, что прогресса в этом деле нет: теорий много, но количество преступлений при использовании нынешних методов обращения с преступниками не уменьшается.

Тем не менее все это называют наукой. Мы это изучаем. А я считаю, что вся эта псевдонаука только пудрит

мозги простым людям, наделенным здравым смыслом. Учительницу, имеющую верные соображения насчет того, как надо учить детей читать, школьная система заставляет делать это иначе, а иногда задуривает ей голову настолько, что она начинает сомневаться в хорошем методе. А иногда родитель шалопая, тем или иным способом направив его на путь истинный, потом всю жизнь чувствует себя виноватым в том, что не следовал точно указаниям «экспертов».

Так что нам нужно разобраться как следует с теориями, которые не работают, и с наукой, которая наукой не является.

Педагогические и психологические науки, упомянутые мной, я назвал бы примерами «грузокультавой науки». Среди жителей островов, расположенных в южных морях, существует так называемый «культ груза». Во время войны эти люди видели множество самолетов, привозивших разные хорошие вещи, и теперь они хотят, чтобы это повторилось. Поэтому они сооружают посадочную полосу с кострами по обе стороны, неподалеку от нее строят деревянную хижину с сиденьем для человека, на голову которого надевают два напояющие наушники куска дерева (это диспетчер), к хижине прикрепляют длинные бамбуковые палки (это антенны) и ждут, когда начнут приземляться самолеты. Они все делают правильно. Все выглядит именно так, как выглядело тогда. Но почему-то это не срabатывает. Самолеты не садятся. Вот такие вещи я и называю «грузокультавой наукой»: все видимые предписания и формы научного исследования соблюдены, но что-то существенное упущено, потому что самолет-то не прилетает...

Теперь я должен, разумеется, сообщить вам, что же они упустили. И примерно столь же трудно было бы объяснить жителям южных островов, что им следует делать, чтобы хоть как-то вдохнуть жизнь в свою систему. Это сложнее, чем объяснить им, какой должна быть форма наушников. Но вот что, по моим наблюдениям, обычно отсутствует в «грузокультавых» науках. Это идея, которую, как мы все надеемся, вы усвоили при изучении наук в школе, — мы никогда явно не формулируем ее, но полагаемся на то, что вы ухватите ее при рассмотрении всех примеров научного исследования. И было бы интересно сейчас вытащить ее на свет Божий и выразить словами. Это своего рода научная цельность, принцип соответствия научной мысли своего рода высшей чистоты, своего рода крайней щепетильности. Если, например, вы поставили опыт, то в своем отчете о нем вы должны описать все, что, по вашему мнению, может сделать его недействительным, а не только то, что, по вашему мнению, правильно в нем; другие причины, которыми мог бы быть объяснен ваш результат; факторы, влияние которых вы, по вашему мнению, устранили каким-то другим экспериментом и как эти факторы работали, — для того чтобы и другой исследователь мог сказать, что они исключены.

Должны быть приведены, если они известны вам, подробности, которые могут вызвать сомнение в вашей интерпретации. Если вам известно, что у вас что-то неправильно или может быть неправильно, то вы должны сделать все, что в ваших силах, чтобы прояснить это. Скажем, если вы создаете теорию и пропагандируете ее, то вы должны изложить и все противоречащие ей факты, равно как и факты, согласующиеся с ней. Здесь есть еще и более тонкое обстоятельство. Когда при создании теории вы сводите вместе множество идей, вы хотите быть уверенным, что для демонстрации пригодности теории не будут использованы те же факты, которые дали вам толчок к ее созданию; напротив, из законченной теории должно следовать правильное объяснение других фактов.

Короче говоря, суть заключается в том, чтобы постараться дать всю информацию, которая помогла бы другим оце-

нить значение вашего вклада, а не только информацию, которая склонила бы суждения в ту или иную сторону.

Простейшим способом пояснить эту идею является противопоставление ей, скажем, рекламы. Вчера вечером я услышал, что машинное масло фирмы «Вессон» не впитывается пищевыми продуктами. Пусть так. Это утверждение не является нечестным; однако то, о чем я говорю, не есть вопрос честности или нечестности — это вопрос научной честности, то есть уже иной уровень. К упомянутому рекламному утверждению следует добавить, что при определенной температуре пищевыми продуктами не впитываются никакие масла. При другой температуре впитываются будут все масла, включая и масло фирмы «Вессон». Речь идет, таким образом, о подразумеваемых вещах, а не об установленном факте, и с этой разницей нам предстоит иметь дело.

Из опыта мы знаем, что правда всегда выплывает наружу. Другие экспериментаторы рано или поздно повторят ваши работы и обнаружат, правы вы были или нет. Явления природы будут описываться вашей теорией или противоречить ей. И хотя вы можете добиться временной славы и шума вокруг вашего имени, вам не завоевать хорошей научной репутации, если вы не постараетесь быть предельно осторожными в работе. И именно честность такого рода, именно забота о том, чтобы не одурачить самого себя, практически отсутствуют в большинстве исследований «грузокультурной» науки.

Значительная доля их трудностей заключается, конечно, в сложности предмета и в неприменимости к нему научных методов. Тем не менее следует отметить, что эта трудность — не единственная. Поэтому самолеты не садятся — ведь не садятся же!

Из опыта мы много знаем и о способах, которыми дурачим сами себя. Вот один пример: Милликен измерил заряд электрона в эксперименте с падающими масляными капельками и получил результат, который, как мы теперь знаем, был не совсем правильным. Он был не совсем верен, поскольку Милликен пользовался неверным значением вязкости воздуха. И любопытно взглянуть на историю измерений заряда электрона после Милликена. Если построить зависимость полученных позднее значений от времени, то окажется, что одно из них немного больше значения Милликена, следующее немного больше этого, следующее за ним — еще немного больше, и так до тех пор, пока они наконец не приходят к значению, заметно большему, чем у Милликена. Почему они сразу не пришли к значению, заметно превышающему полученное Милликеном? Потому что (этой истории физики должны стыдиться) люди рассуждали так: когда получается значение заметно выше, чем у Милликена, оно, скорее всего, ошибочно, а затем искали и находили причину, по которой что-нибудь было не так. А вот когда получали значение, близкое к полученному Милликеном, их поиски ошибки были не такими усердными. Кроме того, они отбрасывали далеко лежащие точки и делали всякое другое в этом же роде. Все эти штучки теперь известны, и мы больше не страдаем подобными болезнями.

Однако, насколько мне известно, эта долгая история постижения искусства не обманывать себя, искусства обретения предельной научной честности, к сожалению, не вошла ни в один специальный курс. Мы надеемся, что вы впитаете ее порами кожи.

Мне хотелось бы добавить еще кое-что. Это не очень существенно для науки, но в это я верю: вам не следует дурачить непрофессионала, когда вы говорите с ним как человек науки. Я не призываю вас не обманывать вашу жену, не дурачить вашу подружку или не делать еще чего-нибудь подобного, когда вы выступаете не как ученый, а как простое человеческое существо. Оставим эти проблемы вам и



АРХИВ

вашему равнину. Я говорю о специфической честности, честности особого рода, которая требует не просто не лгать, но лезть из кожи вон в поисках своих возможных ошибок. Это наша обязанность как ученых, обязанность, разумеется, в общении с коллегами, но, по моему убеждению, также и в общении с непрофессионалами.

Я был слегка удивлен, например, разговором со своим знакомым, который готовился к выступлению по радио. Он занимается космологией и астрономией, и его волновало, как он сможет объяснить практическое применение этих дисциплин. «Но его просто нет», — сказал я ему. «Да, но если так и сказать, то мы перестанем получать средства для дальнейших работ». Я считаю, что такая позиция в чем-то нечестна. Если вы выступаете как ученый, то должны быть в состоянии объяснить непрофессионалам, чем вы занимаетесь, и если они в существующих обстоятельствах не захотят поддержать вас, то это будет их решением.

Вот одно из приложений рассматриваемого принципа: если вы решили проверить какую-то теорию или хотите разъяснить какую-то идею, вам обязательно надо опубликовать ее, к каким бы результатам она ни приводила. Если мы публикуем только результаты определенного рода, мы рискуем создать видимость правильности использованных аргументов. Публиковать следует результаты обоих типов.

Я уверен, что это важно и в случаях, когда правительственным органам даются советы. Предположим, что сенатор от какого-то штата спрашивает у вас, стоит ли бурить скважину в его штате, и вы решаете, что эту скважину лучше бурить в другом штате. Если вы не опубликуете этот результат, то, по-моему, ваш совет не будет научным. Вас использовали. Если случится так, что ваш совет придется по вкусу правительству или политикам, они применят его как аргумент в свою пользу; если не понравится — они не опубликуют его вовсе. Это не научный совет.

Ошибки другого рода более характерны для наук, испытывающих недостаток в средствах. В Корнелльском университете я часто беседовал с людьми с психологического факультета. Одна из студенток как-то сказала мне, что она хочет поставить эксперимент, который заключался примерно в следующем. Другими исследователями было найдено, что в определенных обстоятельствах X крысы выполняют действие A. Ей было интересно, будут ли они делать то же A в других обстоятельствах Y. Она собиралась провести эксперимент в обстоятельствах Y и посмотреть, будут ли крысы делать то же A.

Я объяснил ей, что необходимо сначала в ее лаборатории провести эксперимент в условиях X и убедиться, что она тоже получает результат A, а затем изменить условия на Y и посмотреть, изменился ли результат A. Тогда она будет уверена, что настоящей причиной изменений был именно тот фактор, изменить который она и хотела.

Она была восхищена этой новой идеей и отправилась с ней к своему профессору. Нет, сказал профессор, этого делать вам не следует, потому что этот опыт уже проделан и вы будете лишь попусту тратить время. Это произошло примерно в 1947 году, и тогда общим правилом, по-види-



тому, было не пытаться повторять психологические эксперименты, а только менять условия и смотреть, что будет.

Сегодня существует определенная опасность повторения той же ошибки даже в престижной области физики. Я был потрясен, когда узнал об эксперименте, поставленном на большом ускорителе в Национальной лаборатории ускорителей, где использовали дейтерий. Свои результаты для тяжелого водорода экспериментатор сравнивал с чужими данными для легкого водорода, полученными на другой установке. Когда его спросили, почему он так поступил, он ответил, что из-за отсутствия времени (ведь времени так мало, а установка такая дорогая) он не стал делать опыт с легким водородом на своей установке: результат-то вряд ли будет новым. Так что люди, ответственные за исследовательские программы в Национальной лаборатории ускорителей, в погоне за новыми результатами и ради большего количества денег на рекламные цели, вполне возможно, сводят к нулю ценность экспериментов, в проведении которых и заключается смысл деятельности лаборатории. В этой лаборатории экспериментаторам бывает трудно делать свою работу в согласии с требованиями совести ученого.

Не все психологические опыты принадлежат, однако, к этому типу. Было, например, много опытов с крысами в разного рода лабиринтах и тому подобных устройствах, но ясных результатов было мало. Однако в 1937 году человек по имени Янг проделал очень интересный опыт. У него был длинный коридор с дверями вдоль одной стороны, откуда выпускали крыс, и с дверями вдоль другой стороны, за которыми была пища. Янг хотел узнать, не сможет ли он приучить крыс искать пищу за третьей дверью, считая от той, из которой их выпускали. Нет. Крысы сразу направлялись к той двери, за которой пища была в предыдущий раз.

Вопрос заключался в том, как крысы ее узнавали: коридор был изготовлен аккуратно и вполне однороден. Было ясно, что эта дверь чем-то отличается от других. И Янг очень тщательно выкрасил все двери, а текстуру их поверхности сделал совершенно одинаковой. Тем не менее крысы продолжали различать их. Тогда Янг подумал, что крысы, возможно, чувствуют запах пищи, и стал применять специальные химикаты для уничтожения запаха после каждого опыта. И все-таки крысы не ошибались. Тогда он решил, что крысы могут ориентироваться по огням и оборудованию лаборатории, как это делает человек. Он накрыл коридор крышкой, но крысы продолжали находить пищу.

Наконец Янг решил, что крысы могут ориентироваться по звучанию пола, когда они бегут по нему. Он смог устранить его, только поместив свой коридор в песок. Так, перебирая одну за другой все возможные причины, он в конце концов смог перехитрить крыс и заставить их научиться искать пищу за третьей дверью. При нарушении любого из этих условий крысы начинали искать пищу там, где она была в предыдущий раз.

Так вот, с научной точки зрения это блестящий эксперимент. Это эксперимент, который возвращает смысл экс-

периментам с крысами в лабиринте, поскольку он выявляет механизм, которым в действительности пользуются крысы, а не тот, которым они пользуются по нашему мнению. И это эксперимент, который точно отвечает на вопрос, какие условия вы должны соблюдать, чтобы быть аккуратным и контролировать всё в опытах с крысами в лабиринте.

Я интересовался дальнейшей судьбой этого исследования. Ни в следующем, ни в дальнейших экспериментах на Янга никто никогда не ссылался. Никто не пытался ни помещать коридор в песок, ни применять другие меры предосторожности. Крыс продолжали гонять по-старому, не обращая внимания на великие открытия Янга и не ссылаясь на его работы, потому что он не открыл ничего нового о крысах. А он фактически открыл все, что надо знать, чтобы узнать что-то новое о крысах. Пренебрежение к экспериментам вроде этого — типичная черта «грузокультурной» науки.

Другим примером могут служить эксперименты по экстра-сенсорному восприятию Райна и других. По мере того как другие критиковали их эксперименты — а экстрасенсы и сами подвергали свои эксперименты критике, — они улучшали свои методы, и наблюдаемые ими эффекты становились все меньше, меньше и меньше, пока постепенно не исчезли вообще. Все парапсихологи заняты поисками хоть какого-нибудь эксперимента, который может быть повторен, — чтобы вы провели его снова и получили тот же результат, хотя бы статистически тот же. Они гоняют миллион крыс — нет, на сей раз это люди, — делают уйм вещей и получают некоторый статистический эффект. В следующий раз, когда они проделывают тот же опыт, они не получают ничего. И вот находится человек, который заявляет, что это чрезмерное требование — ждать от опыта повторяемости. И это — наука?

Подавая в отставку с поста директора Института парапсихологии, этот человек говорит о новом учреждении. Структурируя сотрудников, он заявляет, что им следует, в частности, добиться того, чтобы учились у них только те студенты, которые в достаточной степени доказали свою способность получать парапсихологические результаты, и не тратить времени на тех честолюбивых и заинтересованных студентов, которые получают только случайные результаты. Очень опасно проводить такую политику в образовании — учить студентов получать только определенные результаты, а не учить ставить опыты, руководствуясь научной честностью.

Так что у меня для вас только одно пожелание — пускай вам повезет попасть туда, где ничто не помешает вам сохранять ту честность, о которой я говорил. Да будет у вас эта свобода.

Перевод с английского
Ю.Орехова

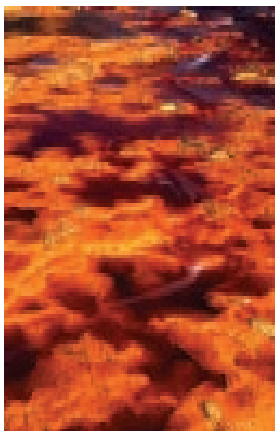
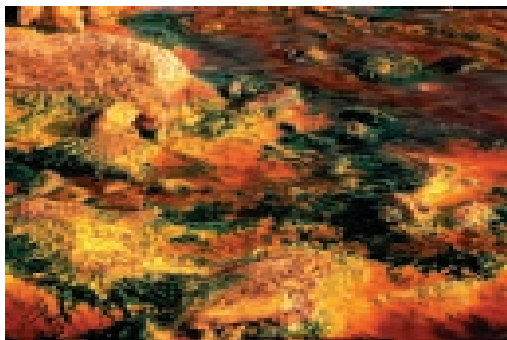


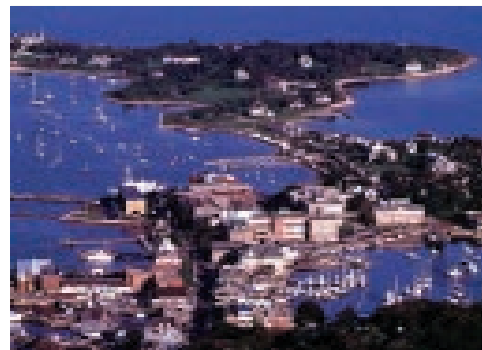
Фото Дж.Л.Де Лопе и Дж.М.Санчес



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

луже, но никогда в особой любви к кислоте замечены не были. В сообщество входят и амебы, и солнечники, и инфузории, и многие другие. «Получается, что живое существо легко может перейти от жизни в нейтральной среде к освоению среды с большой концентрацией ионов водорода. Ну конечно, такой переход занимает времена геологических масштабов», — считает руководитель работы.

К чему бы все это? Во-первых, подобные реки с красной водой есть и у нас, причем кислота и ржавчина там как природного, так и искусственного происхождения. А во-вторых, от кислотных дождей все равно нам никуда не деться. Если мельчайшие твари могут к кислоте приспособиться, значит, есть надежда, что окружающая нас среда рано или поздно, так или иначе, но привыкнет к разрушительной деятельности разумных существ.



Справка

Морская биологическая лаборатория, старейший частный институт США, была основана в 1888 году. Она расположена в уединенной бухте в районе Вудс-Хоул на атлантическом побережье Северной Америки, в штате Массачусетс. Ученые лаборатории заняты междисциплинарными исследованиями по молекулярной эволюции, клеточной биологии и взаимодействию животных с окружающей средой. В разное время здесь работали 37 нобелевских лауреатов. В лаборатории Митчел Л. Согин, где было проведено исследование жизни в Рио-Тинто, более 30 научных сотрудников заняты сравнительными филогенетическими исследованиями генов и геномов, с тем чтобы выявить пути эволюции, которые привели к нынешнему разнообразию жизни на нашей планете. Информацию в Интернете искать по адресу: <http://www.mbl.edu/labs/Sogin/index.html>. Писать письму заведующему лабораторией на sogin@evol5.mbl.edu.

С.Комаров

Кислотная ЖИЗНЬ



Жизнь есть везде. В вулканах, где хоть и жарко, но велико разнообразие минералов, в чистой воде производства микросхем. А еще она есть в ядовитых водах отравленных рек. Одна из них, Рио-Тинто, протекает на юго-западе Испании, в Андалузии. Именно здесь сосредоточены богатейшие залежи серного колчедана. Этот минерал превратил реку в крайне неприятное место: вместо воды в ней течет разбавленная серная кислота. Источник кислоты один — сульфид железа, составляющий основную часть серного колчедана, а в реку она попадает двумя путями. Первый, очевидный, — выветривание. Второй, более интересный, — деятельность хемолитотрофных бактерий. Они питаются минералами, то есть черпают энергию за счет их окисления. В данном случае бактерии Рио-Тинто окисляют сульфид: $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. Поскольку сульфат двухвалентного железа легко окисляется на воздухе, получается оксид трехвалентного железа, Fe_2O_3 , и река становится красной.

Казалось бы, какая жизнь может быть в этой кислой и ярко-красной от ржавчины воде? Коллектив исследователей из Морской биологической лаборатории (США) во главе с Линдой Амарал-Цетлер установил, что жизнь в ней есть, и весьма разнообразная.

Несколько лет ученые исследовали осадки и слизи на дне и камнях реки и обнаружили там множество живых и мертвых микроорганизмов. Анализ ДНК показал, что в ядовитых водах сформировалось вполне устойчивое сообщество простейших существ. На нижнем уровне расположены фотосинтезирующие водоросли. Они производят органические вещества. Другие члены сообщества такие вещества сами синтезировать не умеют и питаются либо водорослями, либо продуктами их разложения. На самом верхнем этаже находятся хищники.

Самое интересное, что члены сообщества, процветающего в кислой воде, — это не какие-то особенные микроорганизмы. Все они имеют многочисленных родственников, которые живут в любой

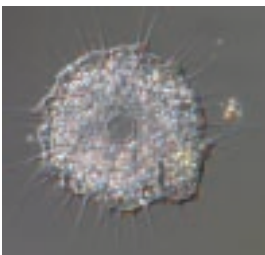
Фото Л.Амарал-Зеттлер и Д.Паттерсон



Эвглена, интереснейшее существо, которое в выборе питания стоит на перепутье: если свет есть, она фотосинтезирует, а если света мало — питается органикой. Эта и другие микрофотографии получены методом фазовой контрастной микроскопии



Инфузория



Солнечник

Фото Л.Амарал-Зеттлер и Э.Зеттлер

Последняя битва

старого и матерого галактического рейнджера-истребителя Сидорова Евгения Олеговича

Да провались оно все пропадом! — пронеслось в голове Сидорова.

Остервенело нажимая на гашетку, он палил крупнокапсульными зарядами во все стороны из стационарного парабаллистического турбобластера паранормально-паралитического действия, не очень-то рассчитывая попасть хоть куда-нибудь. Шансов на спасение уже не было, а о каком расчете может идти речь в подобной ситуации?

Жизненных ресурсов корабля хватит еще от силы на двадцать пять — тридцать минут, но хоть немного попортить крови этим вонючим гиксосам!..

Справа медленно поворачивался темно-желтый диск звезды, название которой никому не интересно. Вокруг враждебно сверкали чужие созвездия.

Сначала вспыхнул один корабль гиксосов, потом вдребезги разнесло другой, но это уже не имело значения: слишком поздно. Сидоров заметил передовую пятерку этих трупоедов — так их называли все, кто хоть раз видел.

Вот так дерешься почти всю жизнь с этой отрывкой Вселенной, а потом всего из-за одной ошибки все насмарку! Хотя сколько передраг и боев позади! Вроде бы невинная привычка: по пятницам устраивать себе «пивной день». Ничего особенного. И пиво-то пить он начал только с двадцати лет, да и то не больше одной-двух бутылок за вечер. А тут... Лишь пять секунд требуется для откупоривания бутылки и наполнения стакана, и надо же такому случиться, чтобы именно в эти секунды... чтобы матерый галактический рейнджер Сидоров подвергся подлой атаке сзади! Да, именно из-за этих пяти секунд навсегда упущена возможность заложить боевой маневр контратаки, и этого трупоедам оказалось достаточно, чтобы нанести смертельный для его корабля удар.

Вот ведь! А в это время на Земле какой-нибудь бухгалтериска сидит себе в мягких тапках за компьютером и сводит свою цифирь, чаек попивает. Тьфу! Сидоров злобно плюнул на пол, что являлось грубым нарушением правил полета. Приборы тут же зафиксировали органику на полу и выдали полный химсостав жидкости. Он оказался неутешительным.

«Ну ладно, полетали и будя!» — пробурчал Сидоров и рванул рычаг катапульты на себя.

Рязанская механика не подвела. Вылетев в защитной капсуле за пределы корабля, словно пробка от шампанского, Сидоров бросил прощальный взгляд на своего верного друга, прослужившего ему верой и правдой немало времени. Этот корабль, единственный во всей бригаде, был оснащен гипермодуляцией сквозных интервалов подкачки привода основного вала. Не слабо, да? Но иначе не скажешь, хоть ночью разбуди... И — все, конец. Жалко! Сидоров смахнул скупую мужскую слезу, потом отвернулся и взял курс на единственную планету в этой звездной системе. И тут же пространство вокруг него озарилось яркой вспышкой, вызванной аннигиляцией его бывшего корабля. Сидоров напрягся и приготовился к худшему. Однако пронесло. Уничтожив корабль, трупоеды не тронули его капсулу.

Евгений Варфоломеев,

Олег Марьин

Художник П. Перевезенцев



«Милосердие» гиксосов объяснялось очень просто. Согласно принятым среди турбокосмических истребителей правилам, оставить пилота болтаться в капсуле посреди космоса или же догнывать на какой-нибудь полуобитаемой планете с кислотными дождями — это считалось высшей мезтью.

«Я живой, — подумал Сидоров, — а это главное. Авось как-нибудь выкручусь, голова вроде еще варит. Вот только поможет ли она мне, когда на той планетке, куда я держу курс, придется противостоять многочисленной враждебной флоре и фауне и жить там, как Робинзон Крузо, с той только разницей, что до конца дней своих?» В общем, вся дальнейшая жизнь представлялась Сидорову сплошной борьбой.

А в принципе так всегда и складывалась его жизнь. В школе он дрался не то чтобы часто, но постоянно пребывал в напряжении. То есть держал ухо востро, а точнее, учился несложной науке задеть кого-нибудь еще до того, как заденут его. Научился. И может быть, в том числе благодаря этому без особых проблем поступил в Высшее училище космических истребителей. Нет, в отличие от некоторых, он вовсе не мечтал с детства стать пилотом — наоборот, после школы хотел поступить на финансовый, но девушка его мечты тех лет уважала только «реальных космических парней». Ах, девушка! Только из-за нее Сидоров и взял в первый раз в руки армейский трехствольный



ФАНТАСТИКА

сменными термоядерными мега- и гиперускорителями обратного действия на элементарных фатионах.

«Ну да ладно, — решил Сидоров. — Надо ведь что-то есть и пить, в конце концов».

Между тем злобные твари все никак не показывались. Наверное, заманивают в глубь островка, подумалось ему. Ну да, чтобы там ударить наверняка и расчленить тело перед тем, как сожрать... И все-таки, подгоняемый голодом, он шагнул в самую гущу зарослей. После недолгого исследования «на зуб» нескольких местных плодов (а куда деваться — приборов-то нет!) Сидоров нашел их вполне съедобными, и более того — вкусными.

Насытившись, он вернулся к берегу и прилег на песок, но так, чтобы заросли были перед ним как на ладони. И уснул. А засыпая, успел подумать, что теперь ему уж точно конец.

Удивительно, но он проснулся целым и невредимым.

Затем, изучив островок вдоль и поперек, Сидоров решил, что надо плыть к виднеющейся на горизонте суши. Может быть, это часть более крупного массива земли, материка.

Воображение (ах, это спасительное воображение!) рисовало огромных акулopodobных монстров, кишасих в глубинах... Ну да что делать! Плавал Сидоров хорошо, умел отдыхать и никогда не паниковал на воде. Сбросив с себя лишнюю одежду, он медленно вошел в море. Мелькнула мысль: «А может быть, все-таки остаться на островке, осмотреться, подумать?» Но разум подсказывал: без пресной воды, под солнцем, на одних только плодах долго не протянешь — надо рискнуть, пока силы есть.

И поплыл. И плыть было хорошо! Соленая вода прекрасно держит, не холодно и не жарко, и потом — так приятно смотреть на приближающийся берег! А самое главное: никто тебя не кусает, и не пугает и даже не плещется вокруг!..

Прошли часы, уставший, но довольный собой Сидоров (какова физическая форма, а!) выполз на противоположный берег. И задумался. Он чувствовал, что эта планета абсолютно безопасна, но не мог объяснить почему. Она даже ласковая какая-то.

А потом возникло еще одно чувство: это голубое небо, сверкающие под солнцем растения, белый песок, теплые зеленоватые волны, пение птиц — все это совсем не враждебно. Суесть и бежать никуда не надо. Не надо сражаться, добиваться, пробиваться, продвигаться, отстреливаться, крушить всяких трупоедов. Просто хорошо.

Чувство было незнакомое и оттого пугающее. Но приятное. Хотелось лежать и не шевелиться. Похоже на то, когда просыпаешься на рассвете и, глянув на часы, понимаешь, что пока только четыре утра и еще можно долго спать, тем более что сегодня выходной. И тут же, повернувшись на другой бок и поудобнее устроив подушку, поплотнее завернуться в теплое мягкое одеяло...

А может быть, это и есть настоящая жизнь? — подумал Сидоров еще через час. Потом встал и зашагал по песку вдоль берега. Свежий морской ветер трепал его волосы. Что было дальше — не важно. Важно, что старому и матерому галактическому рейнджеру-истребителю Сидорову Евгению Олеговичу было наконец-то хорошо.



бластер со сменными термоядерными мега- и гиперускорителями обратного действия на элементарных фатионах. Тогда такие бластеры еще были секретными, и, получив его в день окончания училища, Сидоров очень гордился...

М-да, а планетка-то выглядит жутковато! Голубое небо, белые облака, яркая свежая зелень, белый песок побережья и вода, кругом вода. Во всем этом Сидоров чувствовал скрытую угрозу. Он много слышал о планетах-ловушках, которые, настраиваясь на психоволну иноземного существа, визуализировали его представления о райском уголке, а после приземления высасывали из него все соки, раздирали на куски и затем преспокойно переваривали.

Однако приземлился он удачно. Спасибо. И удивился: атмосфера в норме, радиации нет, давление вполне приемлемое. Еще раз спасибо.

Крохотный островок показался уютным прибежищем посреди океана. Да, кругом океан — почти прозрачная, зеленоватая вода, теплая даже на вид. Однако воображение не давало расслабиться: оно все время рисовало огромных склизких тварей, прятавшихся где-то поблизости — в песке, в воде, на растениях. Как и чем с ними воевать, когда они протянут свои хищные омерзительные щупальца, Сидоров не представлял: ведь под рукой не было даже армейского трехствольного бластера со

3-я специализированная выставка товаров промышленной и бытовой химии

ХИМЭКСПО **2002**

26 - 29 ноября
2002 г.

Россия,
Москва, ВВЦ
пав. №20 (Химия)

Организаторы: Министерство промышленности, науки и технологий РФ,
Правительство Москвы, Российская Академия Наук, Российский союз химиков,
Московская Ассоциация организаций химического комплекса,
Ассоциация ФГУП НИИ Российского союза химиков,
ООО «ИнформТехЭкспо».

Разделы выставки:

- **Продукты основной и органической химии в промышленности;**
- **Химия в строительстве;**
- **Химия в быту;**
- **Инновационные и инвестиционные проекты, лизинг оборудования;**
- **Технологическое оборудование;**
- **Переработка и утилизация отходов**

Приглашаем на выставку!

Заявка на участие в выставке направляется до 10 ноября 2002г. по адресу:
129223, Россия, Москва, проспект Мира, ВВЦ, павильон 19, офис 14,
ООО «ИнформТехЭкспо», Тел./факс (095) 974-7421, 748-1296, 748-1299
Email: itexpo01@mtu-net.ru Менеджер выставки – Ирина Каткова

В рамках Недели химических технологий (28–31 октября)
приглашаем на научно-практическую конференцию

**«КАЧЕСТВО ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ:
СТАНДАРТЫ, СТОИМОСТЬ, СПРОС»**

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Экономические, технические и социально-психологические барьеры на пути производства в России конкурентоспособных полимерных материалов и изделий.
- Современные системы управления качеством полимерной продукции и их применение.
- Критерий «цена-качество», как определитель конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках; особенности ценообразования полимерной продукции в России.
- Стандарты исходного сырья для производства полимерных материалов (международные, национальные и российские).
- Сертификация проектной и конструкторской документации основного и смежных производств.
- Современные методы и средства для контроля качества исходного сырья и готовых изделий из полимерных материалов.
- Инвестиционные проекты в промышленности полимерных материалов и изделий.
- Претензии потребителей к качеству полимерных материалов российского производства.
- Состояние российского потребительского рынка полимерных материалов и изделий.

В программе Недели химических технологий состоится также выездной технический семинар **«НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТМАСС»** с посещением международной выставки **Muovi Plastics 2002** в г. Лаhti (Финляндия) и Центра развития пластмассовой отрасли Финляндии **Muovipoli OY**. Возможно посещение уникального литейного производства компании **Uponor**, изготавливающего фитинги и сложную трубопроводную арматуру из пластмасс, а также производства компании **Eimo OY**.



РЕСТЭК
ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ

Более подробную информацию и бланк заявки на участие в мероприятиях Недели химических технологий можно получить в оргкомитете по тел. (812) 320 9660, 230 6530, факс (812) 320 8090, e-mail: chem@restec.ru или найти на сайте <http://www.restec.ru/ctw>

6-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПЛАСТЭКСПО
ПЛАСТЭКСПО

ВЫСТАВКА
И КОНФЕРЕНЦИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

СЫРЬЕ И ДОБАВКИ
для пластмасс

ОБОРУДОВАНИЕ
основное и
периферийное

ОСНАСТКА И ФОРМЫ

ТЕХНОЛОГИИ

ИЗДЕЛИЯ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

**КАУЧУКИ, РЕЗИНЫ
И РТИ, ШИНЫ**

28 – 31
ОКТАБРЯ
2002

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Мультиконтинентальный рынок



Петрозаводская ул., 12, Санкт-Петербург, 197110
Тел. (812) 320 9660, 230 6530 Факс: (812) 320 8090
E-mail: chem@restec.ru <http://www.restec.ru/ctw>



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Чуткая челюсть крокодила

Аллигаторам и крокодилам не нужны для охоты ни зрение, ни слух, ни обоняние. Оказалось, их челюсти снабжены особыми рецепторами, улавливающими колебания воды.

По ночам эти хищные рептилии сидят в засаде, частично погрузившись в воду, и поджидают, когда представится случай перекусить. Если какое-нибудь животное приходит на водопой, крокодил воспринимает слабые колебания воды и бросается на жертву. Рецепторы, реагирующие на изменения давления, выглядят как маленькие, размером с булавочную головку прыщички. Они усеивают кожу нижней челюсти хищника, напоминая щетину, и настолько чувствительны, что улавливают даже падение капли воды в бассейн. Ученые и раньше замечали эти маленькие точки, но не могли объяснить, зачем они нужны. Рецепторы давления есть у всех современных крокодилов и аллигаторов и, вероятно, были у их далеких предков (по сообщению агентства «BBC News» от 16 мая 2002 г.).

Биолог Дафни Соарес из университета Мэриленда считает, что эта сенсорная система развилась миллионы лет назад, когда примитивные крокодилы жили вместе с динозаврами. «Можно предположить, что сенсорные органы появились примерно 200 млн. лет назад, в юрский период, — говорит исследовательница. — Представьте, как те огромные вымершие крокодилы лежали ночью в воде и ждали, когда динозавр придет пить. Как только динозавр касался ртом водной поверхности, по воде шли волны, сообщая крокодилу, где достать очередное блюдо».

Рецепторы работают только тогда, когда животное наполовину погружено в воду. Эксперименты в лаборатории показали, что аллигаторы могут чувствовать колебания воды, даже когда глаза, уши и нос у них закрыты. Но когда бугорки покрыли слоем геля, аллигатор не реагировал ни на какие движения в воде.

Е. Лозовская

Пишут, что...



...с 1993 года в мире ежегодно выходит более 1400 статей по фуллеренам («Известия Академии наук, серия Химическая», 2002, № 3, с.344)...

...в Ливерморе неожиданно обнаружили, что у металла осмия жесткость больше, чем у алмаза («Physical Review Letters», 2002, т.88, с.135701)...

...академик И.С.Грамберг считает, что Арктика представляет собой самый крупный нефтегазоносный бассейн мира («Нефть России», 2002, № 5, с.1290)...

...большинство аминокислот, которые входят в синтезируемые клетками белки, человек ощущает на вкус как горькие или сладкие («Доклады Академии наук», 2002, т.383, с.261)...

...в бесклеточной системе осуществлен внерибосомный синтез простых белков, при котором роль матриц играют другие белки («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2002, № 4, с.402)...

...в настоящее время твердо установлена канцерогенность только сорока химических соединений («Успехи современной биологии», 2002, № 2, с.137)...

...лимфоциты — клетки, наиболее чувствительные к ионизирующей радиации, в них долгое время сохраняются полученные повреждения («Генетика», 2002, № 3, с.376)...

...радиационную обработку пищевых продуктов сейчас применяют более чем в тридцати странах («Химия высоких энергий», 2002, № 3, с.165)...

...вся биосфера потребляет на фотосинтез лишь 0,15—0,22% поступающей на Землю солнечной энергии («Известия Академии наук, серия Биологическая», 2002, № 3, с.355)...

...облучение кремния ультразвуковыми волнами вызывает в нем диффузию и перераспределение примеси («Физика и техника полупроводников», 2002, т.36, вып.4, с.390)...



...при возникновении турбулентности идет каскадный процесс дробления вихрей, что можно трактовать как самоорганизацию, увеличение порядка в системе («Астрономический вестник», 2002, № 2, 122)...

...в Санкт-Петербурге со времени его основания произошло около трехсот наводнений («Известия Академии наук, серия Географическая», 2002, № 2, с.80)...

...в мире нет хотя бы двух монографий или учебников по минералогии, авторы которых использовали бы одинаковую систематику минералов («Кристаллография», 2002, № 3, с.497)...

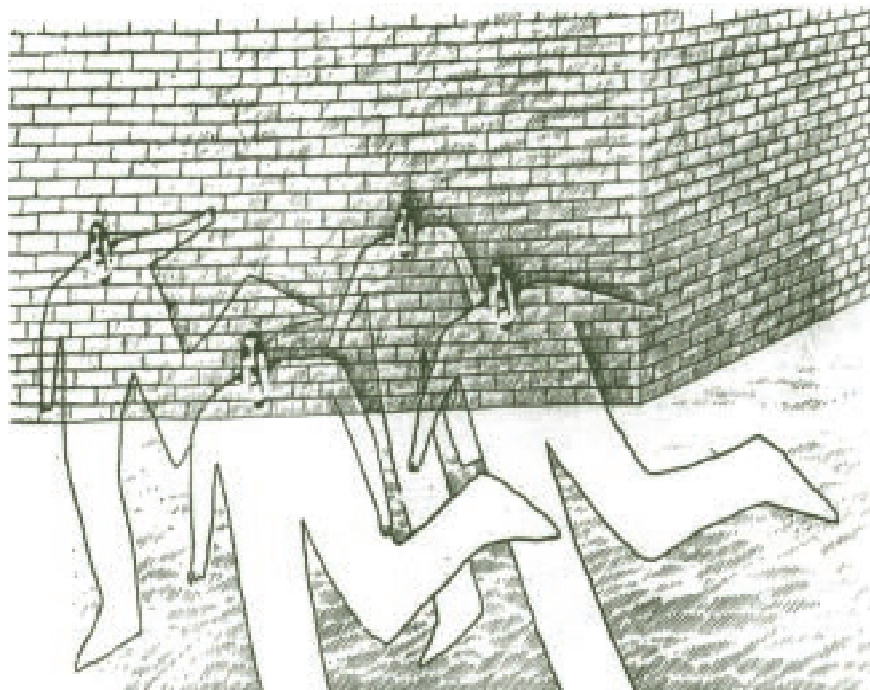
...основным направлением развития фотографических материалов в XXI веке, как и 150 лет назад, будет увеличение их светочувствительности («Журнал научной и прикладной фотографии», 2002, № 3, с.77)...

...счастливые люди концентрируют внимание на общем, видят как бы лес, а несчастные — на частном, «на деревьях» («Psychological Science», 2002, т.13, с.34)...

...в 1999 году экспорт американской телевизионной, кино- и музыкальной продукции составил 79,6 млрд. долларов, что больше, чем у любой отрасли промышленности США («Вестник МГУ, серия Политические науки», 2002, № 2, с.89)...

...за последние пять лет в Англии на 49% увеличилось число выпускников биологических факультетов вузов, и за это же время упало на 7% — физических и инженерных, на 16% — химических («Science», 2002, т.296, с.453)...

...сегодня научная карьера не привлекает достаточного количества способных молодых американцев, и правительство США пытается создать для них дополнительные стимулы («США и Канада: экономика, политика, культура», 2002, № 4, с.29)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

А если в партию сгрудились малые

Весь юг Европы — Северная Италия, атлантическое побережье Португалии, Южная Франция — наводнен миллиардами аргентинских муравьев (*Linepithema humile*). Тысячи муравейников занимают около 6000 км. Основатели этой «суперколонии» проникли в Европу примерно 80 лет назад — вместе с растениями, импортируемыми из Америки.

Энтомологи, никогда ранее не наблюдавшие подобной экспансии, объясняют ее природной «дипломатией», свойственной данному виду. В отличие от других видов, аргентинские муравьи из разных муравейников не сражаются друг с другом, а, напротив, объединяются, чтобы успешнее противостоять конкурентам («Science & Vie», 2002, июнь). Результат налицо: пришельцы вытеснили около двадцати местных видов и на сегодня они — одни из наиболее вредных насекомых Южной Европы, самые беспощадные оккупанты человеческих жилищ.

Уничтожить дружных насекомых очень трудно: применение пестицидов в лучшем случае лишь ограничивает их количество. Однако недавно ученые идентифицировали вторую «суперколонию» аргентинских муравьев, более мелких, чем их собратья, свирепствующую в окрестностях Барселоны (Испания). Возможно, члены новой группировки захватчиков окажутся агрессивнее «первой волны» нежелательных эмигрантов и смогут положить конец беспрецедентному вторжению.

О.Рындина



Вечное дитя

Н.Резник



Фото С.Комагорова

А.М.САВЕЛЬЕВУ, Екатеринбург: *Принято считать, что опыты по синтезу органики в условиях, имитирующих первичную атмосферу Земли, первым поставил В.Грот (W.Groth) в Боннском университете в 30-е годы прошлого века, и с тех пор подобные опыты проводили очень многие.*

В.В.Потапченко, Москва: *В северных районах, где не растет культурный виноград (*Vitis vinifera* L.), выращивают как декоративное растение амурский виноград *V.amurensis* Rupr.; завезен в Россию также американский виноград *V. Labrusca* L., который возделывают в США и Канаде; актинидия — дальневосточная лиана из другого семейства, она винограду не родственник и даже не похожа, но вино из нее, говорят, тоже получается.*

Н.П.ГРЕБЕННИКОВУ, Санкт-Петербург: *В мире наиболее распространен хрусталь, содержащий оксид свинца, но вот богемский хрусталь — как раз не свинцовый, сырьем для его изготовления служит известково-калиево-натриевое стекло.*

К.А.ЛЕЩЕВУ, Самара: *Всаливание — процесс, противоположный высаливанию, увеличение растворимости одного вещества в присутствии другого.*

В.С.АРТЕМЬЕВУ, Москва: *Фотографы иногда называют «глицином» оксифенилглицин — это совсем не то вещество, которое продается в аптеках: не успокаивающее средство, а проявляющее.*

НАТАШЕ МАРЬИНОЙ, Смоленск: *Экзаменаторы суровы, однако правы: пишется «меридиан», но «меридиональный», от латинского meridionalis — полуденный, направленный с севера на юг.*

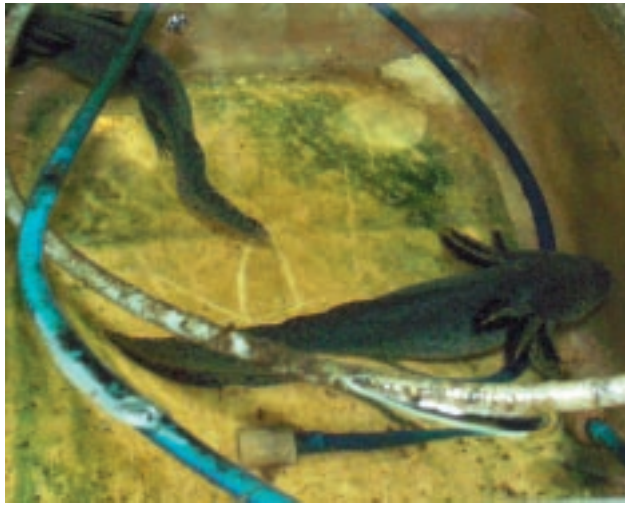
А.М.Ц., Уфа: *Зайцеобразные действительно поедают собственный помет и таким образом получают белки и витамины, вырабатываемые микрофлорой кишечника; видимо, поэтому народная медицина считала заячий помет целебным, но в наше время все же удобнее использовать какие-либо альтернативные источники полезных веществ...*

Давным-давно мир был населен ужасными драконами. Вредоносные были существа, и вывести их очень трудно — одну голову срубить, а на ее месте уже другая вырастает, а то и две! Это, конечно, сказка, но как ее не вспомнить, глядя на заваленных работой микрохирургов, которые, не разгибая спины, пришивают оторванные пальцы и конечности. Множество ученых посвятило жизнь изучению регенерации у позвоночных животных. Подавляющее большинство этих экспериментов проводили и проводят на земноводных, особенно на хвостатых, строение лап которых в принципе весьма сходно со строением конечностей человека. Для исследования регенерации обычно используют не взрослых животных, а их личинок. Дело в том, что у личинки скелет не костный, а хрящевой, поэтому для полного восстановления отрубленной лапки им требуется всего три недели, на что у взрослого существа уйдет несколько месяцев. По счастью, есть земноводные, способные всю жизнь оставаться хрящеватыми личинками, но при этом размножаться. Одно из них — аксолотль, личинка амбистомы.

Как и все земноводные, амбистомы проводят большую часть своей взрослой жизни в воде и в воду откладывают икру. Из икринок вылупляются личинки с перистыми жабрами и хвостовым плавником. Потом у них вырастают лапки, а затем они становятся взрослыми — теряют жабры и хвостовой плавник и начинают дышать легкими. Но многие виды хвостатых земноводных, например протейи, сирены и разные амбистомы, с жабрами так и не расстаются, то есть всю жизнь пребывают в личинках. При этом они продолжают расти, достигают размеров взрослого животного и благополучно размножаются. Этот феномен называется неотенией и живо интересует эволюционистов, но речь сейчас не о них, а об аксолотле.

«Аксолотль» — слово ацтекское, означает «слуга воды». На родине, в Мексике, он круглый год живет в холодных горных озерах и не меняется. Превращение с ним происходит редко и только в необычных условиях, поэтому европейцы, познакомившись с аксолотлем, решили, что он всегда так выглядит. Однако после того, как в 1856 году в Парижском ботаническом саду часть аксолотлей спонтанно утратили жабры и хвостовой плавник, зоологом пришлось изменить свое мнение. Тогда это существо и назвали мексиканской амбистомой (а не амблистомой, как иногда пишут). Именно о ее личинке мы будем говорить, хотя есть и другие виды амбистом, а у них свои аксолотли. Родовое название «амбистома» — сокращенный вариант греческого термина «запихивающий в рот», происходящего от привычки этих земноводных пользоваться при еде передними конечностями.

Это один из аксолотлей, с которыми работают ученые в Институте биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН



ЖЕРТВА НАУКИ

дима, поскольку они имеют дурную привычку откусывать друг другу лапы. Чтобы животные себя не покалечили, их стараются рассаживать по отдельным банкам.

Конечность аксолотля регенерирует строго упорядоченно. Сначала конец культи округляется, затем приобретает коническую форму, а потом становится похож на ласт. При этом он непрерывно растет. Вскоре закладываются зачатки пальцев. Восстановленная лапка немного уступает исходной по размерам, но в остальном полностью соответствует ей как внешне, так и функционально. О том, что происходит с клетками внутри конечности на разных стадиях регенерации, можно узнать с помощью микроскопических исследований, для которых ученые готовят срезы из отрастающих лап.

Аксолотлям не только рубят лапы. Чтобы исследовать, как влияют на регенерацию разные факторы, животным рассекают нервные стволы конечностей, удаляют гипофиз, пересаживают кости, вводят изотопы и гормоны, подвергают их рентгеновскому облучению и даже получают химеры из двух сросшихся личинок. Так ученые узнали, что для начала регенерации нервы и гипофиз все-таки нужны, а хрящ в новой лапке образуется из хрящевых же клеток. После рентгеновского облучения аксолотль полностью утрачивает способность к регенерации, но механическое раздражение ее восстанавливает. Если облученные культи пять дней давить пинцетом, лапы благополучно отрастают. Сходного результата удалось достичь и с помощью биохимических методов. Ученые продолжают трудиться, и, даст Бог, не зря.

Но если не обременять аксолотля экспериментами, он спокойно проживет 8–10, а то и все 15 лет. В аквариуме будет сидеть двадцатисантиметровая белая или черная животиночка и важно помахивать алым жаберным воротником. Какая красота!

Мексиканский аксолотль — превосходное лабораторное животное, поскольку его легко найти в природе и держать в неволе, он быстро растет и достигает половой зрелости, к тому же плодовит. Обладателям аксолотлей нельзя делать двух вещей: держать подопечных в тесноте и перегревать воду. А вот в холодильник посадить можно, если есть необходимость задержать их рост. Обычно аксолотлей держат при комнатной температуре в аквариумах с прудовой или отстоянной водопроводной водой. Это меланхолическое существо часами может неподвижно сидеть в углу аквариума, помахивая жабрами. Но несмотря на внешнюю кротость, это хищник, причем разборчивый. Первые несколько дней личинки питаются запасами желтка, а потом начинают поедать мелких рачков. В неволе им дают циклопов или дафний, потом добавляют трубочников и мелкий мотыль. Подросшие животные лопают говяжью и телячью печень или мясо, которые надо нарезать на порционные куски и обязательно удалить из них кости, жир и сухожилия. Со дна аксолотли мясо не берут, и приходится, вооружившись терпением, водить у них перед мордой длинным пинцетом, в котором зажат лакомый кусочек, а кусочков дают столько, сколько аксолотль съест. Иногда меню разнообразят дождевыми червями, рыбами, головастиками или новорожденными мышами.

Через 10–12 месяцев такой жизни аксолотли достигают половой зрелости, самцов отличают по заметным клоачным припухлостям в основании хвоста. Самка откладывает яйца два-три раза в год, а самцов можно использовать чаще. Пару ссаживают рано вече-

ром и оставляют на ночь в тихом месте. Если партнеры друг другу нравятся, они начинают брачные игры. Оплодотворение у амбистом внутреннее, но специальных органов копуляции нет. Самец ставит на грунт от 1 до 20 прозрачных студенистых пирамидок с плотной белой вершинкой, состоящей из спермиев, а самка плавает над ними и втягивает в клоаку. Там и происходит оплодотворение. В одно яйцо входят 4–5 спермиев, иногда до 15. Следы их проникновения видны невооруженным глазом — через несколько минут на поверхности яйца появляются черные пятнышки с лучистыми краями. После осеменения самка начинает откладывать небольшие порции икринок и за 24–48 часов может наметать их до тысячи.

Яйца аксолотля — предмет вожделения эмбриологов. Они (яйца) относительно крупные и хорошо переносит все манипуляции, которые ученым придется в голову над ними произвести, потому аксолотль стал одним из классических объектов биологии развития. На его икринках проводят опыты по пересадке ядер, эмбриологи исследуют особенности развития его зародыша и влияют на этот процесс разными генами. Для этой цели существуют мутантные линии аксолотля. Но основную славу многострадальной личинки стяжала на ниве изучения регенерации. Способность к регенерации аксолотлям жизненно необхо-



Научно-консалтинговое предприятие Контакт-Сервис уже более десяти лет работает в России и на международном рынке в области органического синтеза.

Среди своих основных приоритетов Контакт-Сервис выделяет поддержку отечественных научных коллективов, объединение их деятельности в рамках программ широких исследований биологической активности, проводимых совместно с крупнейшими фармацевтическими и агрохимическими корпорациями в области N-, O-, S-гетероциклических соединений.

ПРИГЛАШАЕМ НА ПОСТОЯННУЮ РАБОТУ В НОВЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ ХИМИКОВ-СИНТЕТИКОВ.

Условия приема на работу и требования к кандидатам
по тел. 483-42-25.

А ТАКЖЕ

ПРИГЛАШАЕМ ХИМИКОВ, РАБОТАЮЩИХ НА СВОИХ РАБОЧИХ МЕСТАХ, ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В НАШИХ ПРОГРАММАХ:

КОМБИНАТОРИКА. Синтез рядов соединений путем варьирования радикалов.
Возможна работа как по авторским разработкам, так и по нашим предложениям.

ЗАКАЗНАЯ НАРАБОТКА ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ (билдинг-блоков). Соединения должны иметь низкую молекулярную массу и содержать реакционноспособные группы, например $-\text{COOH}$, $-\text{SO}_2\text{Cl}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NH-R}$, $-\text{C(O)H}$ и др.

ХИМИЧЕСКИЕ БИБЛИОТЕКИ. Предприятие Контакт-Сервис проводит выборку соединений из авторских предложений.

**ПОСЕТИТЕ НАШ САЙТ В ИНТЕРНЕТЕ
WWW.CHEMRAR.RU**