



XXI

1
2003
СНЗМЖ ИРМННХ







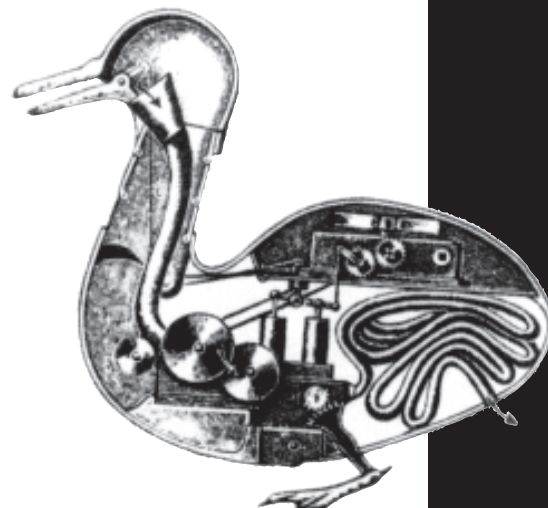
*Человек молод,
пока не боится
делать глупости.*

П.Л.Капица



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье А.А.Махрова «Что думают биологи о виде»

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Ива Танги «Замок стеклянных скал». Мир все
быстрее заполняется продуктами человеческой
деятельности, не только материальной,
но и интеллектуальной, к сожалению не всегда
доброкачественной. Об этом читайте в статье
«Проблемы экспансии лженауки»





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н.Стрельникова

Главный художник

А.В.Астрин

Ответственный секретарь

Н.Д.Соколов

Редакторы и обозреватели

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

Производство

Т.М.Макарова

Служба информации

В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко, Н.В.Маркина,
 Т.Б.Пичугина, Н.В.Пятосина,
 О.Б.Тельпуховская
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 04.01.2003
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

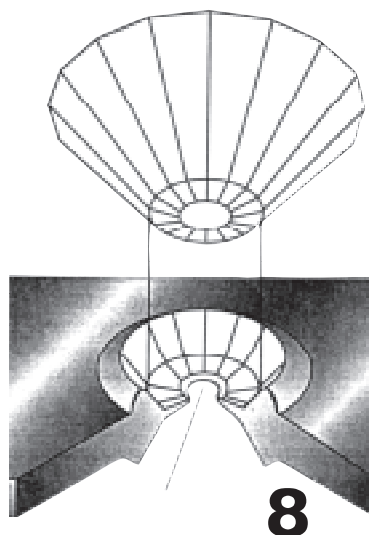
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться
 в агентствах:

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

© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»



Что такое шаровая молния,
 не знает никто. Есть только
 наблюдения и гипотезы.
 Например — оптическая:
 шаровая молния
 представляет собой
 свет от обычной молнии,
 который попал в сферический
 слой воздуха с повышенным
 давлением и вращается
 там в течение десятков
 секунд, постепенно затухая.



Химия и жизнь — XXI век

Пока никому так и не удалось «поддержать в руках» металлический водород, хотя как только его не сжимали. Куда успешнее оказались эксперименты по получению антиводорода. В ноябре прошлого года в ЦЕРНе получены 170 000 атомов «минус первого» элемента.

ИНФОРМНАУКА

ВЕТРЯКИ ДЛЯ ДАЧИ	4
АЛЬТРУИЗМ КАК ЗАКОН ПРИРОДЫ	4
КАК ДОЛГО СОХРАНЯЕТСЯ ДНК В МУЗЕЙНЫХ КОЛЛЕКЦИЯХ?	5
СУПЕРМОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В КРОВИ ДИАБЕТИКОВ	6
В РОССИИ НЕ УМЕЮТ ОБРАЩАТЬСЯ С МУСОРОМ	6
САМАЯ РУССКАЯ КАНАРЕЙКА ГОДА	7

ЭЛЕМЕНТ №

В.Благутина В ПОГОНЕ ЗА МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ВОДОРОДОМ	8
ЭЛЕМЕНТ НОМЕР « -1 »	11

ГИПОТЕЗЫ

В.П.Торчигин, А.В.Торчигин ШАРОВАЯ МОЛНИЯ — КОНЦЕНТРАТ СВЕТА	12
--	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

А.А.Махров ЧТО ДУМАЮТ БИОЛОГИ О ВИДЕ	18
--	----

ДИСКУССИИ

Е.Б.Александров ПРОБЛЕМЫ ЭКСПАНСИИ ЛЖЕНАУКИ	22
---	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

В.Б.Злоказов ВЕРА И ЗНАНИЕ	27
--	----

Р.В.Ушаков ТАК ЛИ ВСЕ ПЛОХО?	28
--	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.Н.Крылов ЛЮДИ, БАКТЕРИИ, ФАГИ: ТОНКОСТИ СОВМЕСТНОЙ ЖИЗНИ	30
--	----

В номере

4

ИНФОРМНАУКА

Можно ли выделить ДНК из образцов тканей и костей, хранящихся в зоологических коллекциях?

22

ДИСКУССИИ

Правомерно ли подвергать сомнению свободу поиска? Можно ли лишать исследователя права на ошибку? Как отличить предмет научного исследования от лженауки?

30

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Кишечная палочка, верный друг и спутник человека, заразившись бактериофагом, начинает выделять токсины, похожие на дизентерийные.

47

КАК ЭТО УСТРОЕНО

О том, как устроена и работает обычная люминесцентная лампа. Висит над головой, иногда загадочно мерцает и непонятно как работает

54

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

Компания ChemBridge предлагает химикам то, чего они хотят.



36

Группы крови — что это такое, как они возникли, у кого, если иметь в виду эволюцию, и зачем? Ведь если в природе что-то случается и, главное, закрепляется, значит, как сказал поэт, это кому-то нужно.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

В.И.Голубев, Е.В.Голубева

ДРОЖЖИ АТАКУЮТ 35

ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

А.А.Травин

ВОПРОСЫ КРОВИ: ИСТОРИЯ С ГЕОГРАФИЕЙ 36

КНИГИ

М.Спивак

ПАНТЕОН РОССИЙСКИХ МОЗГОВ 41

КАК ЭТО УСТРОЕНО

Л.Намер

ЗАГАДКА НАД ГОЛОВОЙ 47

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

Л.Стрельникова

ЧЕГО ХОТЯТ ХИМИКИ 54

КНИГИ

А.В.Хачоян

УРАВНЕНИЕ НА СТЫКЕ НАУК 58

ФАНТАСТИКА

М.Кликин

ОСКОЛКИ 64

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник

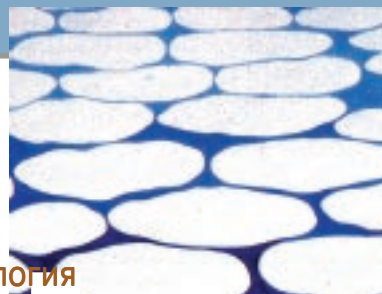
КАРИАТИДА 73

НОВОСТИ НАУКИ	16	ИНФОРМАЦИЯ	59
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	48	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	52	ПИШУТ, ЧТО...	70
		ПЕРЕПИСКА	72



41

Исследование гениальных мозгов в начале XX века представляло собой целое научное направление. Но почти никто не знает, в чем действительная ценность работ, проводившихся в московском Институте мозга.



ЭНЕРГЕТИКА

Ветряки для дачи

Эффективные и надежные конструкции ветроэнергетических установок разработали на ОАО «Московский машиностроительный завод «ВПК-РЕД». Даже один такой ветряк за просто обеспечит энергией, а заодно и теплой водой загородный дом или дачу.

Хозяевам такого дома не придется зависеть от властной руки, отключающей рубильник. Силу умеренного ветра установка преобразует в электроэнергию, которая обеспечит питанием телевизоры, чайники, холодильники и прочую бытовую электротехнику, делающую нашу жизнь комфортной.

В этих внешне обычных ветряках конструкторы завода, профессионалы в разработке лопастей для вертолетов, воплотили сразу несколько новых технических решений. Алюминиевые лопасти, форма которых тщательно просчитана, подняты на высоту пяти метров четырехсекционной мачтой. Впрочем, мачту можно и еще нарастить, если дом стоит в низине, — для этого предусмотрены дополнительные секции.

Сердце установки — это специально сконструированный магнитоэлектрический ветрогенератор. При скорости ветра около 7 м/с он вырабатывает мощность 550 Вт, а специальное устройство (стабилизатор оборотов) заботится о том, чтобы выходное напряжение было стабильным. Для средней полосы это привычный ветер — между умеренным и слабым. Но в наших широтах ветер переменчив: то он есть, а то настолько тихо, что не то что ветряк — лист не шелохнется. Поэтому разработчики оборудовали ветряк флюгерным устройством ориентации на ветер (чтобы поворачивался к ветру и использовал его по максимуму), и блоком электронного распределения электроэнергии.

Благодаря этому блоку энергия автоматически распределяется между полезной и балластной нагрузками и накопительными элементами. Если, например, электричества тратится меньше, чем производит генератор, то избыток накапливается в аккумуляторных батареях. Это обычные автомобильные аккумуляторы (их может быть два или четыре), и стоят они дома или на улице в металлическом шкафу размером с тумбу письменного



стола. Разумеется, шкаф этот не такой, в котором хранят баллоны с газом. У него специальный влагозащитный корпус, да еще и со светодиодными индикаторами, которые показывают, в каком режиме работает установка. В штиль работает запасенное электричество, хотя энергоемкие приборы вроде чайника весь запас могут «съесть» быстро. Однако на свет, телевизор, холодильник и компьютер энергии хватит. А чайник в крайнем случае можно и на газовой плитке вскипятить или на печке.

В сильный и тем более штормовой ветер, когда энергии вырабатывается явно больше, чем можно использовать и запаси, электронная схема «переводит стрелку» на так называемую балластную нагрузку. Это нагревательные элементы, которые подогревают воду, а зимой еще и не дают замерзнуть аккумуляторам. Кроме того, при скорости ветра больше 8 м/с ветряк немного «наклоняет голову», чтобы устоять под его напором и зря не крутиться.

Сейчас новые ветряки проходят последние испытания. Пока есть только опытные образцы, но в ближайшее время — по оценке производителей, уже в следующем году — первые «Форварды» ВЭУ-0,5, как их называли создатели, можно будет купить. А поскольку установка сделана надежно, из тех же материалов, что применяют в авиастроении, то и прослужит она долго, по мнению авторов, лет 12–15, ее лишь надо иногда смазывать и чистить. А за это ветряк даст не только электроэнергию, но и уверенность в том, что свет будет и сегодня, и завтра. Независимо от рвущей провода стихии или решения хозяев электростанции.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Альтруизм как закон природы

Когда-то ученые считали альтруизм исключительно человеческой чертой, затем они выяснили, что животным тоже не чуждо самопожертвование, а теперь российские последователи обнаружили альтруистическое поведение и у бактерий.

Прежде считалось, что каждая бактерия — это одинокая клетка, не зависящая от других, подобных ей. Бактерий считали, да и сейчас еще считают одноклеточными, автономными существами. Однако в последнее время появились факты, заставляющие взглянуть на сообщество бактерий одного вида, особенно растущих в колонии, не просто как на сумму особей с независимым поведением. Клетки в культуре постоянно «общаются» друг с другом и в соответствии с результатами этих контактов регулируют поведение всего сообщества. Иногда такая регуляция заканчивается гибелью части клеток. По мнению доктора биологических наук, заведующего лабораторией генетики микроорганизмов Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН А.А.Прозорова, смерть бактерий выгодна уцелевшим членам микробной популяции, поэтому такое поведение вполне можно назвать альтруистическим. Специальных экспериментов, побуждающих микробов к самопожертвованию, А.А.Прозоров не ставил, он просто взглянул на давно известные факты под новым углом.

Клетки кишечной палочки разных штаммов обладают способностью «выплывать» проникший в них фаг (проще — вирус) до того, как он закончит развитие внутри клетки. Теперь фаг уже не сможет заразить другие клетки, но бактерия, исторгшая недоразвитые фаги, погибает — жертвует собой во имя соседей по колонии. Существуют штаммы, опять-таки кишечной палочки, которые выделяют в среду особые вещества, колицины, токсичные для клеток другого, конкурирующего штамма. Колицины вырабатывают примерно 5% бактерий, обреченных в итоге на смерть, зато бактерии-конкуренты погибают все и освобождают драгоценное место на питательной среде.

Недавно ученые выяснили, что кишечные палочки могут покончить с собой. Они



синтезируют два белка — долгоживущий токсин и антитоксин, который быстро разрушается. При нормальном обмене веществ антитоксин постоянно разрушает токсин, и клетка живет. Однако если бактериям не хватает питательных веществ, антитоксин быстро разрушается, и в голодающих клетках накапливается избыток токсина. Подавляющая часть популяции из-за этого погибает, но оставшиеся в живых бактерии получают дополнительное питание за счет распада клеток своих отравившихся собратьев.

Но не думайте, что только кишечная палочка способна на самопожертвование. Бациллы в трудные времена формируют споры, которые могут пережить неблагоприятные условия; создавшая спору материнская клетка, естественно, погибает. А цианобактерии? Некоторые виды растут, образуя нити, состоящие из 50–100 клеток. Когда кислорода достаточно, они фотосинтезируют, но, попав в анаэробную среду, лишённую к тому же источников азота, начинают фиксировать атмосферный азот. Чтобы обрести способность к азотфиксации, цианобактерия должна перестроиться — превратиться в гетероцисту. Превращение происходит примерно с каждой десятой клеткой в нити, и они в течение недели подкармливают соседние клетки. Гетероцисты не способны к делению, поэтому в конце концов погибают, но за это время остальные бактерии успевают размножиться, и среди них возникают новые гетероцисты, которые продолжают питать нить.

Сходное по необратимости изменение происходит и с почвенными клубеньковыми бактериями ризобиями. В свободном состоянии они питаются разными соединениями азота, но, проникнув в корень растения и образовав клубенек, начинают фиксировать азот. Азотфиксирующие клубеньковые бактерии не могут размножаться и потому обречены на гибель, но, пока живы, подкармливают множество своих собратьев, обитающих снаружи корня.

В настоящее время все больше ученых склоняется к мысли о том, что альтруистические отношения в мире живых существ столь же важны, как и традиционные взаимодействия «хищник–жертва» и «хозяин–паразит». Поскольку гибель некоторых членов общества, человеческого ли, микробного ли, выгодна для остальных его представителей, альтруис-

тический стереотип поведения оправдан, и эволюция его поддерживает. А кто в таком сообществе в каждый данный момент будет альтруистом, а кто потребителем, определяют обстоятельства и, возможно, некоторая генетическая predisposition.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Как долго сохраняется ДНК в музейных коллекциях?

Современная зоология, изучая разнообразие и эволюцию животных, не может обойтись без анализа ДНК. Бесценный источник информации о разнообразии и изменчивости как современных, так и вымерших видов — музейные коллекции. Ответ на вопрос, можно ли использовать эти коллекции для молекулярно-генетических исследований, дают ученые из Института цитологии РАН в Санкт-Петербурге.

Чтобы различить два внешне неотличимых вида, оценить генетическое разнообразие популяции, понять, как возникают и изменяются виды, одних наблюдений и описаний недостаточно, и современная зоология использует молекулярно-генетические методы. ДНК для анализа обычно выделяют из свежих, замороженных или заспиртованных тканей. «Законсервирован-

ные» образцы, как правило, хранят очень недолго — столько, сколько требуется времени для доставки от места сбора материала до лаборатории. Но необходимых животных не всегда легко получить. Ученых могут заинтересовать виды, обитающие в труднодоступной местности, редкие или вообще вымершие. В этом случае могли бы помочь музейные коллекции — их начали собирать с середины XVIII века, и за это время в них скопилось множество образцов. Однако музейные экземпляры в молекулярно-генетических исследованиях используют крайне редко, так как за долгие годы хранения ДНК разрушается. Специалисты из Института цитологии РАН и Санкт-Петербургского университета попытались выделить ДНК из разных образцов и пришли к выводу, что это в принципе возможно, но сохранность ДНК

сильно зависит от возраста, ткани и способа хранения.

Мировая практика знает примеры выделения ДНК из останков, в том числе ископаемых. В ход шли иссушенные ткани: шерсть, китовый ус, сброшенная змеиная кожа, чешуи ящериц, зубы и кости. После смерти организма его ДНК постепенно разрушается. Время ее распада зависит от температуры, кислотности среды и других условий. Так, пролежавшие более 50 тысяч лет в вечной мерзлоте останки мамонтов содержат ДНК достаточно хорошей сохранности. Асфальтовые захоронения, безводные места, кислотные источники или очень соленые водоемы тоже защищают ДНК от разрушения. Первым музейным экспонатом, ДНК которого удалось выделить и проанализировать, стала шкура вымершей зебры квагги, пролежавшая 140 лет в соляном растворе. (Это достижение Р. Хигуши с соавторами, 1984 год.) Но наилучшим образом ДНК сохраняется в янтаре. Самая древняя находка, из которой выделили ДНК и определили ее последовательность, — долгоносик, извлеченный из янтаря, возраст которого примерно 120–135 млн. лет.

Наиболее распространенный источник ископаемой ДНК — кости, возраст которых не превышает 50 тыс. лет. Нуклеиновые кислоты лучше всего сохраняются именно в костях, но в пробы может попасть и современная ДНК. Самый известный примером такого загрязнения стало выделение ДНК из костей динозавра, возраст которых составлял более 80 млн. лет. Детальное изучение последовательности этой ДНК показало,



что ученые работали с человеческой ДНК, по-видимому случайно попавшей на образцы. К тому же ископаемых костей в распоряжении ученых не очень много, а огромное количество видов животных вообще их не имеет. Большая часть музейных экспонатов представляет собой образцы мягких тканей, фиксированные в спирте или формалине. Их-то и исследовали петербургские ученые на предмет сохранности ДНК (они изучали последовательность ДНК митохондрий, которой много в каждой клетке).

Оказалось, что, используя стандартные методики выделения ДНК и полимеразную цепную реакцию, можно получать образцы ДНК из мышц, которые хранились в фиксирующей жидкости не более 100 лет. После веков такого хранения ДНК сильно повреждается, и ее необходимо восстанавливать (для этого также существует специальная методика). Исключе-

ние составило чучело балтийского осетра. А вот ткани печени старше 23 лет брать бесполезно, даже восстановление ДНК не поможет. Однако отдельно взятая печень редко становится музейным экспонатом, так что значительную часть коллекций животных, по заключению российских биологов, можно успешно использовать в молекулярно-генетических исследованиях.

ФИЗИОЛОГИЯ

Супермолекулярные комплексы в крови диабетиков



Сколько ученые ни исследуют сахарный диабет, они все еще знают о нем недостаточно. На помощь приходят принципиально новые методы исследования молекулярных механизмов этого заболевания. Изучение особенностей сахарного диабета с помощью лазерной корреляционной спектроскопии поддерживает РФФИ.

Сахарный диабет — одно из самых распространенных заболеваний. Несмотря на колоссальный прогресс в медицине, в том числе в эндокринологии, излечивать диабет врачи пока не могут. Чтобы лекарственная терапия стала более эффективной, ученые исследуют течение болезни на молекулярном уровне, для чего используют самые современные методы, в частности лазерную корреляционную спектроскопию. Группа исследователей из Центра теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН и Научно-исследовательского института общей патологии и патофизиологии РАМН применила этот метод для изучения сыворотки крови детей, больных инсулинзависимым сахарным диабетом, и обнаружила в ней ДНК, образующую комплексы с другими макромолекулами.

У диабетиков всегда проблемы с кровью. Она плохо разносит кислород и питательные вещества, быстро сворачивается и вяло течет. «Качество» крови за-

висит от белков сыворотки, поэтому состав сыворотки больных диабетом, как людей, так и лабораторных животных, российские ученые исследуют довольно давно. Они, например, обнаружили, что при тяжелой форме диабета в сыворотке крови появляются фрагменты ДНК, которые образуют комплексы с другими крупными молекулами. Теперь же исследователям предстояло выяснить, есть ли такие комплексы у людей и какую роль они играют в заболевании.

Чтобы решить эту задачу, потребовались принципиально новые методы слежения за состоянием сыворотки. Таким методом стала лазерная корреляционная спектроскопия. Лазерный луч проходит через сыворотку, неоднородную по составу, и рассеивается. Спектр этого рассеянного излучения рассказывает о многом: по форме его линий можно судить о макромолекулярном составе сыворотки и определять размеры макромолекул и их комплексов в диапазоне от 1 до 10 000 нм (1 нм — одна миллиардная часть метра).

Ученые получили спектры сыворотки у 97 детей разного возраста, больных сахарным диабетом. Для этого было достаточно всего одной капли крови из пальца. Ее разводили в 100 раз и исследовали на лазерном корреляционном спектрометре ЛКС-03. Этот прибор создан в отделе молекулярной и радиационной биофизики Санкт-Петербургского института ядерной физики РАН и предназначен для изучения состава разных биологических жидкостей.

У здоровых детей крупных частиц нет, а в крови у больных московские ученые обнаружили супермолекулярные комплексы диаметром от 1000 до 10 000 нм. После курса инсулинотерапии дети чувствуют себя лучше, и крупные частицы из их крови исчезают. Комплексы, образуемые внесенной в сыворотку ДНК, имеют характерные спектры, которые нельзя перепутать ни с какими другими. По мнению исследователей, ДНК образует комплексы потому, что несет множество отрицательных зарядов и интенсивно связывает частицы, имеющие положительный заряд. Естественно, макромолекулы сыворотки крови, связавшись с ДНК, уже не могут выполнять свои функции. Но если добавить в сыворотку химические соединения, обладающие окислительно-восстановительным потенциалом, комплексы можно сделать более рыхлыми.

Ученые считают, что лазерная корреляционная спектроскопия позволяет выявлять и характеризовать макромолекулярные комплексы сыворотки крови при сахарном диабете, а значит, следить за ходом болезни и оценивать эффективность лечения. Сами способы лечения, по-видимому, изменятся, потому что теперь мы знаем, как образуются комплексы и чем их можно ослабить.

ЭКОЛОГИЯ

В России не умеют обращаться с мусором



Сотрудники НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина РАМН Н.В.Русаков и Ю.А.Рахманин исследовали состояние российских свалок и пришли к выводу, что свалки — это мины замедленного действия, которые губительно действуют на население. К сожалению, Россия не только не в состоянии переработать свой мусор (для уничтожения всей массы отходов в стране построено всего четыре мусороперерабатывающих и десять мусоросжигательных заводов, причем треть из них не работает), но она не может его ни правильно выбросить, ни правильно хранить.

В большинстве стран Европы и Северной Америки отходы стараются по возможности не хранить, а использовать повторно. Однако для этого мусор надо сортировать. В России пока так не делают. В общий контейнер, а нередко и рядом с ним вместе с бумагой, полимерной, стеклянной и металлической тарой и пищевыми отбросами выбрасывают лекарства с истекшим сроком годности (а потом с ними играют дети), разбитые ртутные термометры и люминесцентные лампы, остатки ядохимикатов, лаков и красок. Все это считается малоопасными твердыми бытовыми отходами и вывозится на свалки, которые чаще всего устраивают в выработанных карьерах, оврагах или заболоченных местах. Часто их называют полигонами, однако они не отвечают требованиям, предъявляемым к сооружениям по захоронению отходов, не имеют гидроизолирующего основания, которое не пропускает загрязняющие вещества к водоносным горизонтам. Нередко рядом находятся населенные пункты, что с гигиенической точки зрения совершенно недопустимо. Так, в 10 км от самой большой в мире свалки твердых бытовых отходов расположены города Ногинск, Электроугли, Электросталь и Фрязево, в 1 км деревня Тимохово, а в 800 м — дачный поселок. Это официальное мусорохранилище, а сколько по стране незаконных свалок?

Даже обычные пластиковые бутылки могут засыпать всю страну. Исследования показали, что они разлагаются на полигонах по 25–30 лет. Только один завод, построенный в Москве фирмой «Кока-Кола», каждый год выпускает более 50 млн. пластиковых бутылок. И все же бутылки ничто по сравнению с огромной



опасностью, которую представляют отходы фармацевтических производств, и ядохимикаты с истекшим сроком действия. В России даже нет заводов по их переработке. В Архангельской

области препараты с истекшим сроком годности захоронили вблизи от артезианской скважины, и они попали в воду. Содержание различных ядовитых веществ в этой воде значительно превышает ПДК. Еще одна проблема — отходы медицинские. Их тоже выкидывают на обычные свалки, а ведь в них возбудители инфекции, некачественные медикаменты, реактивы, ртуть и радиоактивные вещества. Персонал, который имеет дело с отходами, необходимо обучать, как эти отходы правильно выбрасывать, с учетом того, что сегодня и в ближайшие годы захоронение на свалках будет основным способом уничтожения медицинских отходов.

Стране необходимы специалисты по мусору, но их не готовят ни в одном учебном заведении. Те способы утилизации, которые сейчас предлагают, встречают препятствия со стороны существующей системы внедрения: новые технологии облагают высокими налогами, внедрение требует многочисленных согласований и больших экономических затрат. А пока проблему решают, люди, живущие вблизи свалок, болеют и умирают чаще других и рожают больных детей.

От редакции. Раздельный сбор мусора начал в городе Пущине Московской области по инициативе общественности и при поддержке местных властей. Работу координирует кандидат биологических наук Галина Павловна Сапожникова (тел. 73-02-41, e-mail: sapozhnikova@ibmp.serpukhov.su).

ЗООЛОГИЯ

Самая русская канарейка года

Русской канарейкой овсяночного напева принято называть певчую канарейку, выведенную в России в XIX столетии. Мода на разведение этих птиц сохранилась и поныне. Московское общество любителей канареек отметило в нынешнем году столетний юбилей, в ознаменование которого 1–2 декабря прошел юбилейный конкурс на лучшее пение канареек.

В Московском обществе любителей канареек сегодня около пятидесяти членов. Совсем мало для многомиллионного мегаполиса! Но и этот небольшой коллектив с успехом поддерживает старинные

традиции, определяет моду для всей России и даже для многих соседних стран. В чем же заключается эта мода? Москвичи определили желательную последовательность колен в песне и разработали оценочный лист, который в 1987 г. на Всесоюзной выставке народного хозяйства был утвержден как всесоюзная шкала. Ежегодно общество проводит конкурсы, на которых определяются лучшие певцы. На нынешнем конкурсе, который проходил 1–2 декабря в выставочном зале Всероссийского общества охраны природы, было 39 участников.

Все было как на настоящем конкурс-концерте: полный зал, строгое жюри из судей-экспертов, в том числе международной категории (три судейские бригады по три-четыре человека), журналисты, зрители, вход в зал, шепот и шуршание допускаются только в перерывах между пением. На сцену выносят маленькую клеточку, воцаряется полная тишина. Включают беззвучный таймер, который должен отсчитывать 10 минут, отведенные каждому исполнителю. И маленькая птичка, словно по сигналу, начинает петь. Это оценивается особо: птица должна петь сразу, использовать все отведенное для нее время и успеть продемонстрировать все свое мастерство. Каждую мелочь ее поведения, каждое колено жюри оценивает в баллах и безжалостно вычитает штрафные баллы за любое неблагозвучие. Так определяется победитель, и медали заслужить совсем не просто.

Общество существует исключительно на членские взносы — по 20 рублей в год. Как на такие средства проводить конкурсы? В нынешнем году финансовую поддержку оказала дипломница ВГИКа, которая снимает российско-германский фильм о канарейках, а обычно все расходы ложатся на плечи членов общества и отчасти зрителей — цена входного билета в этом году была 30 руб. Главный судья нынешнего московского конкурса А.И.Пигарев сетует: «Нам хотелось бы, чтобы это был праздник. Например, международный конкурс «Интерканарейка» в Европе собирает тысячи гостей из разных стран, это большой праздник с пирами и балами. Нам до него очень далеко, ведь у нас пока совсем мало средств».

В нынешнем конкурсе жюри присудило награды девятнадцати участникам: пять больших серебряных медалей, девять малых серебряных, четыре бронзовых и одну похвальную грамоту. Лучшая птица получила большое серебро. Золотых медалей в этом году не вручали: эксперты хотели бы от русских канареек овсяночного напева гораздо большего мастерства. А владелец победителя

А.Цветухин получил особый приз: магнитола с CD-проигрывателем, чтобы с помощью специальных, созданных профессионалами записей он мог эффективнее обучать своих питомцев.

Во всем мире русская канарейка славится своей красивой мелодичной песней. И славе этой она обязана не только своим экзотическим канарским генам, но и терпеливой работе любителей-селекционеров. Российские любители канареечного пения более двухсот лет ведут строгий отбор и обучение своих питомцев, подбирая самым талантливым из учеников высококлассных учителей, а самым перспективным производителей — подходящие пары.

Вывезенные с Канарских островов в XV веке, канарейки завоевали популярность во многих европейских странах. За прошедшие несколько столетий любители вывели много пород этих птичек. Они различаются по цвету, размеру и пению. Одни канарейки поют с закрытым клювом (так называемый гардский напев, который в России называли «дудочным»), другие — распахнув его (овсяночный напев). Их-то и вывели в России. Внешний вид, декоративные качества птиц мало занимали наших предков. В России, избалованной чудным пением диких лесных и луговых птиц, у канареек ценятся чистый голос, мелодичность, гармоничное чередование колен и их разнообразие.

От природы канарейкам дано главное — способность подражать. Если птицу не учить, она будет беспорядочно повторять все, что слышит. Наслушавшись пения диких птиц, канарейки могут повторять их колена. Канарейки так называемого лесного напева имеют



богатый репертуар, но выученные колена они исполняют сумбурно, без особого порядка. Специалисты считают их простачками, конкурсы — не для них. Ценятся канарейки классического напева, обученные при помощи кенаров-учителей. Песня классного кенара состоит из 13–15 колен, которые должны быть исполнены в строгой последовательности. Одно из самых красивых и обязательных колен — подражание песне овсянки, отчего и пошло название русских певцов.

Конкурс пения канареек — ответственное испытание для участников и удивительный праздник для зрителей. Конкурсы проходят ежегодно в первые два выходных дня декабря, о месте проведения можно узнать в правлении Общества, которое заседает ежемесячно в последнюю пятницу в здании выставочного зала ВООП по адресу: Москва, Новинский бульвар, д. 22.



1а
Установка
ударного сжатия,
США



Кандидат химических наук
В.Благутина

1б
Алмазная наковальня



В погоне за металлическим водородом

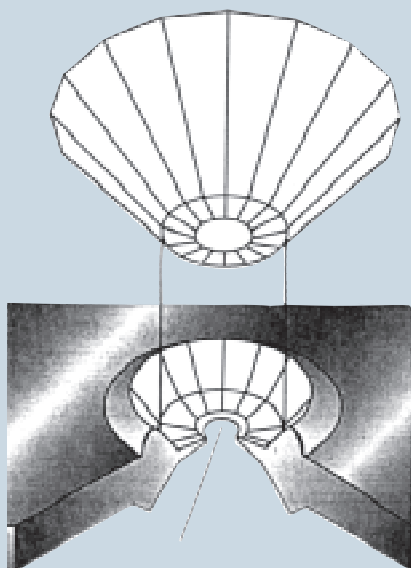
Казалось бы, какие сюрпризы может преподнести первый элемент таблицы Менделеева? Ведь этот самый распространенный элемент во Вселенной изучается уже 220 лет. И все-таки даже в XXI веке тема эта не закрыта.

Еще в 1935 году появилась классическая работа *Е.Вигнера и Х.Хантингтона*, в которой они впервые предположили, что водород при высоких давлениях из газа-диэлектрика превратится в проводящий металл. По их расчетам твердый металлический водород должен был иметь объемно-центрированную решетку (при 0 К и нулевом давлении), а его плотность при тех же условиях должна быть существенно выше плотности твердого молекулярного водорода (0,59 г/см³ вместо 0,089 г/см³). Превращение, по мнению авторов, должно было произойти при давлении примерно 250 тыс. атм, а кроме того, они полагали, что для перехода нужны зародыши новой фазы. И хотя в то время было возможно создавать давления не больше десятка тысяч атмосфер, физикам, наверное, казалось: еще немного, и нужная цифра будет достигнута. В 1968 году *Н.Ашкрофт* предсказал, что металлический водород будет обладать совершенно необычными свойствами, например сверхпроводимостью при высоких температурах (больше 200К). Более того, ученые предположили, что металлический водород будет существовать в виде жидкости. Это еще больше подогрело любопытство исследователей. Проблему сжатого водорода внесли в список наиболее важных задач физики твердого тела. В этом списке она находится и по сей день. Самая простая молекула оказалась совсем непростой — прошло почти семьдесят лет, а ученые не только не получили металлический водород, но даже не имеют пока точных теоретических методов для построения модели этого процесса.

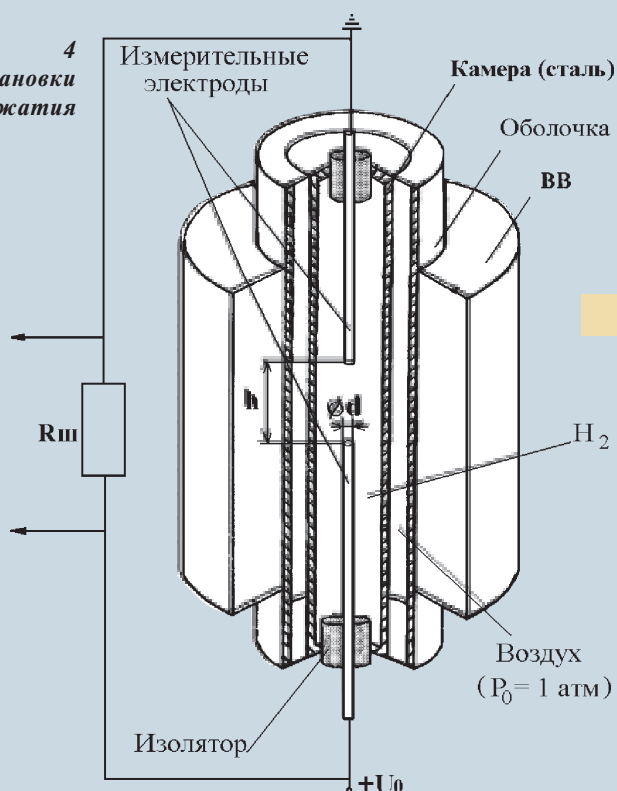
Пик исследований металлического водорода пришелся на 60–70-е годы прошлого столетия. Эта проблема была интересна, в частности, астрофизикам. Солнце и тяжелые планеты (Юпитер, Сатурн) более чем на 90% состоят из водорода. Кроме того, ученые предполагают, что, поскольку на Юпитере довольно низкая температура (100–200К) и сильное магнитное поле, то, если водород там находится в металлической фазе и проявляет свои сверхпроводящие свойства, это должно привести к множеству интересных явлений. Но самое интересное то, что проблема сверхпроводящего металлического водорода, возможно, вовсе не теоретическая, а вполне прикладная. В 1971 году появились работы наших теоретиков (группа *Ю.Кагана*), которые доказывали, что металлический водород может оказаться метастабильным. Это значит, что после снятия высокого давления водород не превратится снова в газ-диэлектрик, а останется металлом. Вопрос в том, будет ли время существования такой метастабильной фазы достаточным, чтобы измерить ее свойства и успеть ее применить. Хорошо известный пример — искусственный алмаз (метастабильная фаза углерода, в которую превращается стабильная фаза графит). Время жизни метастабильного алмаза так велико, что человечество применяет его не одно десятилетие. Ну а о том, на что пригодится сверхпроводящий при почти нормальных температурах водород, можно долго строить предположения.

Пока это все фантазии. Как будет на самом деле, неизвестно, поскольку никому так и не удалось «подержать в руках» металлический водород. Хотя как только его не сжимали! Для получения сверхвысоких давлений используют обычно или алмазные наковальни (статическое сжатие), или взрывные методы (динамическое сжатие).

2
Огранка алмаза
в алмазной наковальне



4
Схема установки
ударного сжатия



ЭЛЕМЕНТ №...

Опять же остается открытым вопрос, распадается ли при этом водород на атомы или остается в молекулярном состоянии. Уже известно, что «коллеги» водорода по свойствам — бром и йод становятся проводниками при высоком давлении именно в процессе плавления, то есть в атомарном виде. С другой стороны, есть данные, что в статических экспериментах при достигнутых давлениях водород находится в основном в виде молекул.

Наковальня

Алмазная наковальня (рис. 1б) — приспособление довольно простое и небольшое (правда, стоит она 10 000 долл). Два алмаза ограняют специальным образом (а вот это очень непросто) и между их центральными плоскими поверхностями внутри полости располагают образец (рис. 2). В полости обязательно есть металлическая прокладка. После того как камни сдавливают, на образец действует давление, обратно пропорциональное площади плоской части алмаза, диаметр которой 20–600 мкм. Работать с водородом очень трудно. Он не только физически проникает в металл прокладки и делает его хрупким, но и вступает с ним в химические реакции, образуя гидриды. Сжатый до определенного давления, водород переходит в молекулярное кристаллическое состояние, превращаясь в довольно необычную субстанцию. Вероятно, это связано со свойствами молекулы H_2 — она такая легкая, что даже в твердом кристаллическом состоянии при небольших давлениях молекулы продолжают вращаться.

За последние четверть века после изобретения алмазных наковален исследователи системно изучили свойства твердого водорода вплоть до давления 2 млн. атм. Теперь ученые знают, что даже при давлениях мень-

ше 2 млн. атм уже существуют по крайней мере три различные фазы кристаллического водорода. Еще не до конца понятно, что они собой представляют, но уже очевидно, что все три соответствуют молекулярному водороду. Может быть, водород при очень больших давлениях — это смесь большого количества кристаллических структур, мало отличающихся друг от друга по энергии, но сильно отличающихся по характеристикам. Самое интересное, что каждая из этих кристаллических структур становится металлом при своем значении давления! Так, одна из них (обладающая наименьшей энергией) совершит переход диэлектрик–металл при давлении 1,6 млн. атм, тогда как все остальные еще останутся диэлектриками.

Для описания поведения водорода ученые разработали детальные уравнения поведения обеих фаз — молекулярной и металлической. По ним рассчитывают те точки, которые не удастся пока получить в эксперименте. Последние теоретические и практические данные (рис. 3), позволяющие надеяться, что фазовый переход водорода (при 0 К) произойдет при 4 млн. атм. Последний рекорд статического сжатия — 3,75 млн. атм. Осталось совсем немного! Правда, здесь появляется еще одна нерешенная проблема. Теоретических уравнений состояния довольно много, но когда ученые начинают рассчитывать по ним точки и сравнивать их с экспериментальными, то часто находят существенные отличия. Это означает, что цифра 4 млн. может быть еще не окончательной.

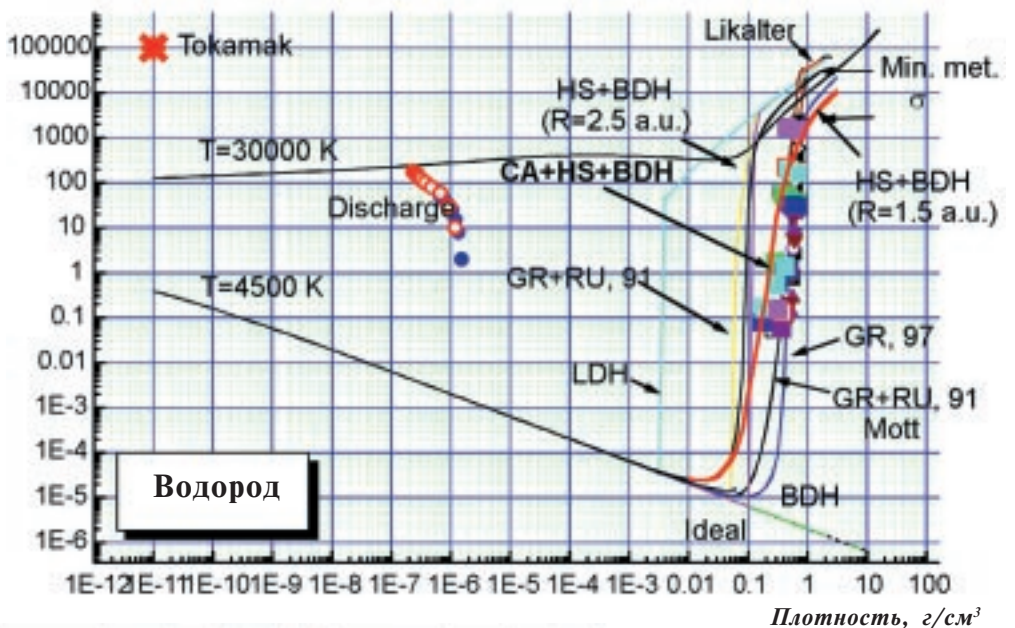
3
Уравнение состояния
твердого водорода

(данные Института Карнеги в Вашингтоне и Всесоюзного научно-исследовательского института экспериментальной физики, г. Саров)

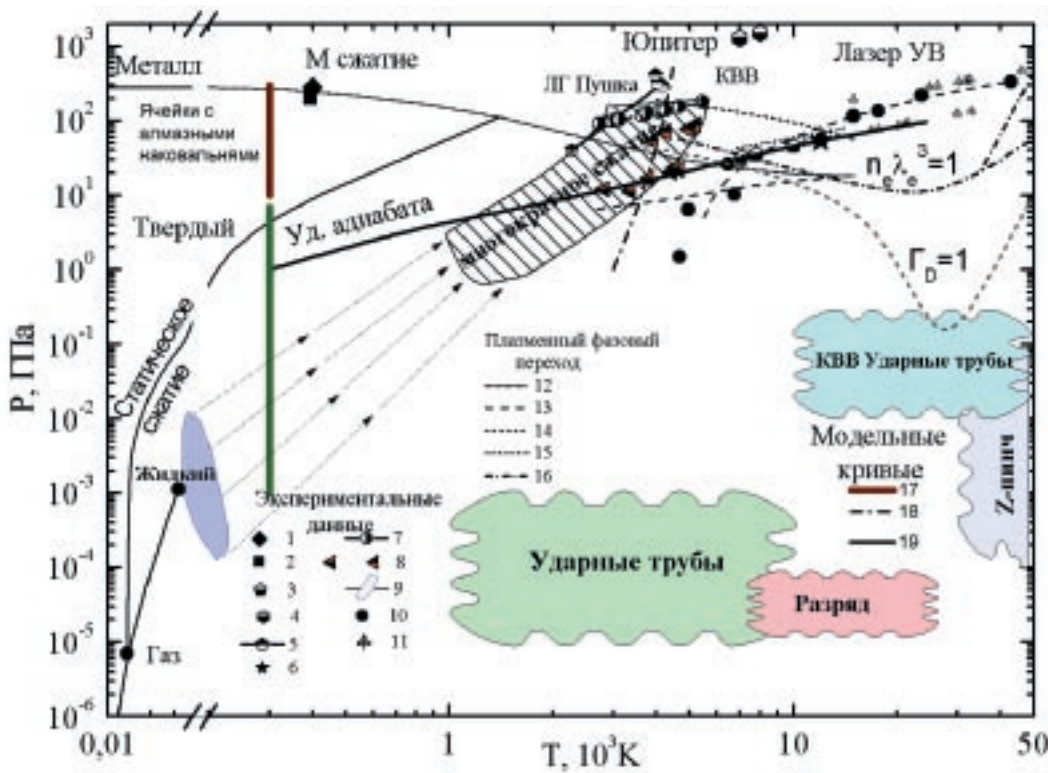
- ударное сжатие
- статическое сжатие

Предполагаемый
фазовый переход

5
 Электропроводность
 водорода
 в зависимости
 от плотности



6
 Фазовая диаграмма водорода



15 млн. атм. Больших давлений удалось достичь ученым из Ливерморской национальной лаборатории (США), а в России исследователям из Всесоюзного научно-исследовательского института экспериментальной физики (г. Саров) и Института проблем химической физики РАН (г. Черноголовка). Измеряя сопротивление в динамических экспериментах, исследователи видели, что водород становится проводником, с проводимостью почти как у жидких металлов. Но эта проводимость все-таки слабо зависела от температуры, что свидетельствует, что водород еще не металл. Ученые характеризуют состояние водорода, которое они наблюдают в динамических экспериментах, как «неупорядоченная проводящая среда» (неупорядоченная — так как температуры слишком высоки) или «плотная низкотемпературная неидеальная плазма», а появляющийся эффект проводимости — «ионизация давлением» (рис. 6).

Стреляем по мишени

Гораздо более продуктивный способ получения высоких давлений — взрывной метод, когда экспериментаторы ударяют по ячейке с образцом металлическими пластинами или струей газа, ускоренными до гиперзвуковых скоростей (рис. 1а,4). Сейчас существуют установки однократного ударного сжатия, в которых водород можно сжимать до 10 млн. атм. В момент удара, когда давление достигает миллионов атмосфер, водород неизбежно нагревается до тысяч градусов Кельвина и переходит в жидкое состояние. Ученые пытаются придумать, как

уменьшить температуры в эксперименте, но пока это все равно тысячи градусов. Более того, через микросекунды, когда заканчивается действие ударной волны, водород опять становится газом, поэтому померить что-то очень сложно. Но, решая проблему атомной бомбы, ученые научились с этим справляться. В динамических экспериментах измеряют плотность водорода (рис. 5), просвечивая образец рентгеновским излучением, либо судят о том, что происходит, по сигналам от оптических и электрических датчиков. Таким образом, давление в таких опытах — величина расчетная. Последний рекорд —

«неупорядоченная — так как температуры слишком высоки) или «плотная низкотемпературная неидеальная плазма», а появляющийся эффект проводимости — «ионизация давлением» (рис. 6).
 Итак, хотя сделано много, еще никто не может сказать с уверенностью: «Я получил металлический водород». Осталось немного: достичь расчетных давлений, получить металлический водород, доработать теорию и увязать одно с другим. В общем, начать и кончить. А казалось бы — самый простой элемент...



Элемент номер «1»



ЭЛЕМЕНТ №...

Как плюс и минус, вещество и антивещество равны и противоположны. При встрече они разрушают друг друга (аннигилируют), выделяя большое количество энергии в виде специального излучения, которое, собственно, и регистрируют в экспериментах.

В сентябре прошлого года научная общественность взбудоражило сообщение о том, что в ЦЕРНе (Европейском центре ядерных исследований) получены 50 000 атомов антиводорода. И вот уже в ноябре конкурирующая группа ученых из того же ЦЕРНа опубликовала статью в «Physical Review Letters» о том, что получены 170 000 атомов «минус первого» элемента.

Казалось бы, что такого особенного, ведь слова «антивещество» и «антиматерия» давно вошли в наш обычный лексикон? Но, несмотря на то что уже 70 лет ученые регистрируют и получают античастицы (первым был антагонист электрона — позитрон, потом антипротон, антидейтерий, антитритий), получить полностью сформированный антиатом, состоящий из антипротонов и позитронов, никак не удавалось. Да если бы это удалось, то и античастиц за все время существования ускорителей получили ничтожные количества — всех антипротонов, синтезированных в ЦЕРНе за год, хватил на работу одной электрической лампочки в течение нескольких секунд. А вместе с тем ученые давно хотят получить антивещество

и исследовать его свойства. Ведь есть теория, что во время Большого Взрыва образовалось одинаковое количество вещества и антивещества, но потом антивещество куда-то исчезло. Почему именно оно? Чтобы получить ответ на этот и многие другие вопросы, надо изучить его свойства, хотя бы спектр. Более того, есть фантастические проекты, что если человечеству удастся совладать с антиматерией, то, может быть, всего нескольких ее граммов хватит, чтобы долететь до Марса или снабжать энергией большой город.

Итак — антиводород. Подобно тому как самый простой атом — водород состоит из положительного протона и вращающегося вокруг него отрицательно заряженного электрона, его антипод антиводород должен состоять из антипротона и позитрона. Даже этот самый простой антиэлемент не давался в руки. И вот в 1995 году первое сенсационное сообщение: интернациональная команда физиков, работающих в программе «ATRAP» (ЦЕРН), синтезировала первые девять атомов антиводорода. Просуществовав примерно 40 нс, эти единичные атомы погибли, выделив положенное количество

излучения (что и было зарегистрировано). В ходе трехнедельного эксперимента исследователи зафиксировали девять таких событий, что дало наконец возможность сказать: «Началось строительство периодической системы антиэлементов».

Чтобы детально изучить свойства антиводорода, девяти атомов явно недостаточно. В феврале 2002 года в ЦЕРНе заработало новое устройство «Антипротонный замедлитель» (AD). Оно позволяло замедлить («охладить») антипротоны еще в 10 000 000 раз по сравнению с установкой 1995 года, на которой поймали первые антиатомы. На «Антипротонном замедлителе» и началась жесткая конкуренция двух групп ученых, участников экспериментов «ATHENA» (39 ученых из разных стран мира) и «ATRAP». В сентябре, как раз в те дни, когда отмечалось 100-летие со дня рождения Поля Дирака (он был первым, кто предсказал существование антиэлектрона — позитрона), участники эксперимента «ATHENA» заявили, что им удалось получить 50 000 атомов антиводорода. Для этого физикам пришлось запастись полуротора миллионами антипротонов, а потом совмещать примерно 10 000 антипротонов с 75 000 000 предварительно охлажденных позитронов. Задача эта фантастически сложная (мы надеемся, что в этом году опубликуем подробную статью на эту тему), так как надо не только получить антипротоны, разделить их и замедлить до разумных энергий, главное — направить затем потоки антипротонов и позитронов в место встречи, затормозить античастицы окончательно и при этом обеспечить столь высокий вакуум, чтобы античастицы имели достаточное время жизни. Только тогда можно

рассчитывать на получение простейшего атома антивещества — антиводорода.

Участники эксперимента «ATHENA» получили 130 случаев аннигиляции о стенки, что, по их расчетам, должно соответствовать образованию 50 000 атомов антивещества. Проблема в том, что аннигиляции антиводорода они регистрировали на общем, более сильном фоне аннигиляций позитронов и антипротонов. Это, естественно, вызвало здоровый скепсис коллег из смежного конкурирующего проекта «ATRAP». Они, в свою очередь синтезировали антиводород на той же установке, смогли с помощью сложных магнитных ловушек зарегистрировать атомы антиводорода без какого-либо фоновых сигнала. Образовавшиеся в эксперименте атомы антиводорода становились электрически нейтральными и в отличие от позитронов и антипротонов могли свободно покидать ту область, где удерживались заряженные частицы. Вот там, без фона, их и регистрировали — по оценкам, в ловушке образовалось примерно 170 000 атомов антиводорода.

Теперь полученного количества антиводорода вполне может хватить для изучения свойств, например, спектра поглощения, которое начнется уже в начале этого года. Согласно теории, он должен быть таким же, как и у обычного водорода. Если же он окажется другим, то придется вносить коррективы в фундаментальные основы современной физики.

Шаровая МОЛНИЯ — концентрат СВЕТА

**В.П.Торчигин,
А.В.Торчигин,**
Институт проблем
информатики РАН,
v_torchigin@mail.ru



От редакции

Многие видели шаровую молнию, однако, несмотря на более чем сотню попыток, никто не смог подобрать правильные формулы, чтобы этот странный объект вел себя на бумаге или в компьютере так же, как и в жизни. То есть светился, подобно лампочке в 100 Ватт, совершал непредсказуемые перемещения в простран-

стве, отскакивал, словно мячик, от земли, просачивался через малые отверстия, проходил сквозь стекло, перемещался внутри металлического прута и, наконец, взрывался с громким треском, ломая деревья или, напротив, тихонько исчезал, не нанеся никому вреда. Согласно самой популярной гипотезе, которую лучше всего развил И.П.Стаханов (см. «Химию и жизнь», 2001, № 12), эта молния не что иное, как сгусток гидратированных кластеров, то есть ионов или даже частичек пыли, на которые

Свет, сжимающий воздух

Суть оптической гипотезы шаровой молнии такова: это явление природы совершенно не связано с электричеством и представляет собой интенсивный свет от обычной молнии, который попал в сферический слой воздуха с повышенным давлением и вращается там в течение десятков секунд, постепенно затухая. Откуда может взяться такое странное образование?

Из физических параметров воздуха, таких, как давление, температура, плотность, свет реагирует только на последний. Вернее, на показатель преломления воздуха, который непосредственно связан с плотностью. У вакуума он равен единице, а у воздуха при атмосферном давлении — 1,00027. Если плотность воздуха вырастет в 200 раз (это соответствует давлению в 30 ГПа, или 300 тысяч атмосфер), то его объем станет равным суммарному объему содержащихся в нем молекул, а показатель преломления увеличится до 1,054, то есть будет на 5% больше, чем у обычного воздуха.

Пять процентов — это очень большая величина. Вся современная интегральная оптика основана на применении в качестве оптической среды пленок, у которых показатель преломления лишь на 1% больше, чем у окружающего пространства. Световод,

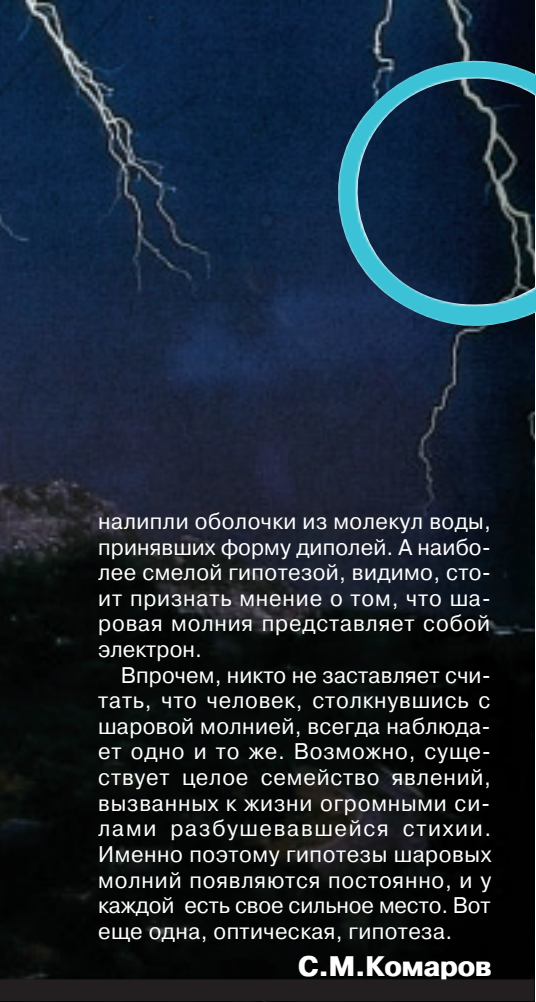
сделанный из таких пленок, ограничивает и направляет введенный в него свет. Например, если форма пленки представляет собой сферу, то луч света, введенный в ее полюс, будет распространяться по меридиану. В такой сфере свет может циркулировать очень долго, пока не рассеется из-за потерь. Это явление используют в оптических стеклянных микрорезонаторах бегущей волны, где свет циркулирует внутри стеклянного шарика. Чем больше разница показателей преломления, тем лучше пленка направляет свет, то есть из нее можно построить сферу меньшего радиуса.

Чтобы сжать воздух в 200 раз, требуется большая сила. И ее вполне способен приложить сам циркулирующий свет. Причина — в так называемом электрострикционном давлении внутри интенсивного светового луча. На возможность такого феномена обратил внимание еще в 1861 году Дж.К.Максвелл. Анализируя свои уравнения, он обнаружил, что электромагнитная волна сжимает диэлектрик, в котором она распространяется. Это давление может быть очень большим. Как пишет академик Г.С.Ландсберг в своей классической книге по оптике: «Напряженность электрического поля световой волны в гигантском импульсе лазера может достигать значений, характерных для внутриаомных полей, и тогда электрострик-

ционное давление может составлять сотни тысяч атмосфер».

Если электрострикционный эффект работает и в газе, то он создает силу притяжения между молекулами или дополнительное давление. Оно стягивает молекулы воздуха из соседних областей, и плотность газа вдоль оси луча увеличивается. Таким образом, интенсивный свет, циркулирующий во всех направлениях в слое сжатого воздуха, сжимает его все сильнее и сильнее. В предложенной модели пленка сжатого воздуха ограничивает свет, который, в свою очередь, обеспечивает существование пленки. Такой объект можно назвать «самоограниченным сферическим слоем», или ССС (рис. 1).

Нелегко себе представить, что свет может жить в воздухе какое-то заметное для человека время: ведь существуют потери из-за излучения и молекулярного рассеяния. При нормальном атмосферном давлении, пройдя всего 100 км, свет ослабляется в пятнадцать раз, а на это ему требуется лишь 0,3 мс. Шаровая же молния живет десятки секунд, то есть на четыре-пять порядков дольше. Однако при разнице показателей преломления в 5% потерями на излучение можно пренебречь, а что касается рассеяния в газе, то еще сто лет назад А.Эйнштейн вывел зависимость, из которой следует:



налипли оболочки из молекул воды, принявших форму диполей. А наиболее смелой гипотезой, видимо, стоит признать мнение о том, что шаровая молния представляет собой электрон.

Впрочем, никто не заставляет считать, что человек, столкнувшись с шаровой молнией, всегда наблюдает одно и то же. Возможно, существует целое семейство явлений, вызванных к жизни огромными силами разбушевавшейся стихии. Именно поэтому гипотезы шаровых молний появляются постоянно, и у каждой есть свое сильное место. Вот еще одна, оптическая, гипотеза.

С.М.Комаров

при чрезвычайно высоких давлениях, когда сжимаемость газа стремится к нулю, рассеяние света также стремится к нулю. Ведь если газ трудно сжимать, в нем хуже зарождаются флуктуации плотности, а свет рассеивается именно на них. Чтобы уменьшить рассеяние на четыре порядка, как раз и нужно давление около 30 ГПа. Его создает поле световой волны с плотностью световой энергии 600 КДж/см³. При этом интенсивность света равна $1,8 \cdot 10^{16}$ Вт/см². Коль скоро рассеяние слабое, нет ничего удивительного, что ССС, в котором циркулирует чрезвычайно интенсивный свет, испускает тусклое, как у стоваттной лампочки, свечение.

По мере сжимания воздуха свет оказывается сосредоточен во все более тонком слое. Становясь интенсивнее, он сжимает воздух все сильнее. А минимальная толщина световода, который может удерживать свет, зависит от длины волны и от разницы показателей преломления. Если она будет равна 5%, то слой сжатого воздуха должен быть не тоньше микрона. То есть ССС получается похожим на воздушный шарик — у него такая же тонкая оболочка, свойства которой сильно отличаются от свойств окружающей среды. Если взять средний размер шаровой молнии, равный 20 см, то окажется, что в такой оболочке запасено

Давление

1
Схематическое изображения ССС

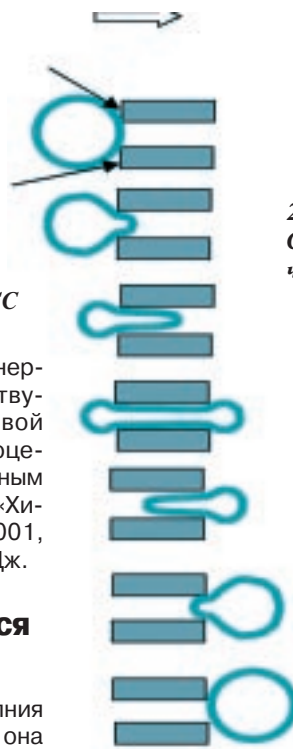
75 кДж световой энергии. Это соответствует энергии шаровой молнии, которую оценивают по нанесенным ей разрушениям («Химия и жизнь», 2001, № 12), — 10–50 кДж.

Свет цепляется за воздух

Когда шаровая молния не висит на месте, она движется, причем с небольшой скоростью, несколько метров в секунду, и на высоте около одного метра от поверхности земли. Иногда она проникает в дома через печные трубы, открытые форточки и небольшие отверстия в стене. Так ли себя ведет ССС?

Чтобы ответить на этот вопрос, следует вспомнить, что атмосфера Земли неоднородна. А траектория света, распространяющегося в неоднородной оптической среде, отличается от прямой линии: он отклоняется в направлении градиента показателя преломления. Этот эффект ответствен за миражи в пустынях. Около поверхности земли воздух нагрет сильно; его показатель преломления с высотой изменяется таким образом, что луч распространяется по кривой, выгнутой в сторону от центра Земли. В результате изможденный путник в пустыне может увидеть весьма далекие оазисы.

В ССС такой эффект тоже проявляется и обеспечивает движение. Казалось бы, самый высокий показатель преломления находится внутри слоя сжатого воздуха. Однако, как можно узнать из любой книги по оптическим волноводам, каждый луч внутри пленочного световода распространяется по траектории в виде змейки. Траектория луча никогда не совпадает с центральной линией; свет пересекает ее под некоторым углом и «по инерции» переходит на противоположную сторону, где начинает отклоняться в противоположном направлении. Если по разные стороны слоя плотность воздуха неодинакова, змейка будет дополнительно отклоняться в направлении градиента плотности — ведь туда же на-



2
ССС проходит через отверстие



ГИПОТЕЗЫ

правлен градиент показателя преломления. Поскольку световод, то есть слой сжатого воздуха, создается светом, то он также начинает двигаться. Даже если за один оборот траектория луча света сместится на десятую долю микрона, то за одну секунду ССС пройдет добрых сто метров!

Таким образом, основное правило, которое позволяет объяснить закономерности движения ССС, можно сформулировать так: на каждый элемент пленки сжатого воздуха действует сила, которая перпендикулярна поверхности элемента и направлена в сторону увеличения показателя преломления окружающей среды. Иначе говоря, ССС ввинчивается в область воздуха с повышенной плотностью. Это приводит к некоторым интересным следствиям.

Вообще-то с высотой плотность воздуха уменьшается, потому что давление падает. Однако летним днем воздух у самой поверхности земли нагрет сильнее, чем слои, которые лежат выше. А при одинаковом давлении плотность теплого воздуха меньше, чем у холодного. Получается, что на некоторой высоте над поверхностью земли расположен слой воздуха с наибольшей плотностью. Именно этой высоты и должен придерживаться ССС при своем движении. Поскольку толщина нагретого слоя измеряется метрами, этот максимум и должен быть примерно на высоте, сравнимой с человеческим ростом. То есть именно там, где обычно перемещаются шаровые молнии.

Точно так же, стремясь переместиться из теплой зоны в холодную, ССС, проникнув в комнату через форточку, сначала спускается на подоконник или на пол: ведь теплый воздух собирается под потолком. А от непрозрачного предмета ССС должен отталкиваться — идущее из него излучение нагревает поверхность, и воздух в промежутке становится теплым и менее плотным.

Теплый воздух помогает ССС и просачиваться сквозь отверстия. Когда ССС приближается к маленькому отверстию, внутрь которого направлен градиент плотности воздуха, с ним

Механизм консервации света

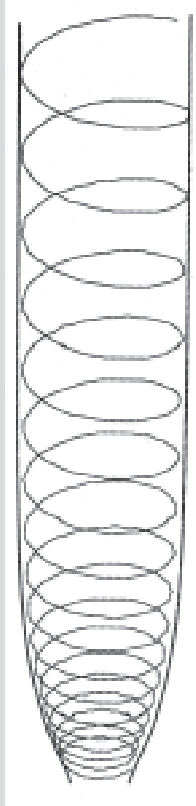
Когда бьет молния, воздух в ее стволе нагревается до 25 000–30 000°С и возникает ударная волна, предшественник грома. Длительность импульса тока равна приблизительно 100 мкс, скорость ударной волны — 16 км/с, давление в ней при температуре 30 000°С составляет около 0,3 ГПа, а плотность воздуха в скачке уплотнения возрастает приблизительно в 10 раз. При этом показатель преломления увеличивается до 1,0025. Этого уже достаточно, чтобы свет циркулировал вокруг оси цилиндра, а плотность энергии световой волны оказалась на уровне солен Дж/м³.

Такой плотности мало для возникновения ССС. Чтобы ее увеличить, нужно в одном месте собрать свет с достаточно длинного участка молнии. Это может происходить следующим образом. Скачок уплотнения вокруг ствола линейной молнии, в котором плотность воздуха увеличена приблизительно в 10 раз, представляет собой трубчатый световод. Он способен направлять как обычные световые волны, так и волны типа «шепчущей галереи» (см. рис.).

Обычные волны, распространяющиеся вдоль ствола со скоростью, близкой к скорости света, не очень подходят для концентрации световой энергии. Волны типа «шепчущей галереи», циркулирующие вокруг ствола, перемещаются вдоль него с гораздо меньшей скоростью. На сужающихся участках их скорость может уменьшаться до нуля — там и концентрируется световая энергия. Фактически сужающаяся часть — это фокусирующий конус (фокон). Обычные стеклянные фоконны — усеченные конусы, используются для концентрации света в плоскости поворота. Солнечные лучи в них концентрируются в четыре раза лучше, чем в обычных зеркаль-

ных концентраторах. Фокон линейной молнии «изготовлен» из сжатого воздуха. В сужающейся части концентрируется свет, возникающий в различные моменты времени и в различных участках пространства. Полная энергия света, который образуется в стволе длиной 1000 м и диаметром 0,3 м за 100 мкс, измеряется миллионами килоджоулей. Одной тысячной части этой энергии достаточно, чтобы сформировать ССС.

Известно, что циркулирующий в сужающейся части фокона свет в конечном счете покидает фокон через его широкую часть.



Скорее всего, так и происходит. Но если конус вдруг превратится в бочку, то события могут пойти по другому сценарию. Если диаметры верхнего и нижнего оснований одинаковы, то интенсивность света около них также одинакова и больше, чем в районе с максимальным диаметром. В результате повышенное электрострикционное давление около оснований сжимает их, они схлопываются, и бочкообразный участок превращается в сферу, то есть в самоограниченный сферический слой.

Интересно проследить и за судьбой ударной волны. Она уходит от ствола молнии, а накопленное излучение в виде волн типа «шепчущей галереи» будет продолжать циркулировать и создавать электрострикционное давление. Таким образом, на фронте волны действуют два механизма возникновения избыточного давления. Во-первых, на начальной стадии — за счет самой ударной волны. Во-вторых, за счет электрострикционного давления. Если электрострикционное давление значительно превысит давление в ударной волне, то эти два фактора разделятся. Радиус слоя, созданного ударной волной, будет увеличиваться по мере движения ударной волны, которая в конце концов станет звуковой и превратится в гром. А сформированный слой сжатого воздуха с циркулирующим в нем излучением начнет переход к стационарному состоянию.

происходит удивительная метаморфоза. Те области ССС, что не могут проникнуть в отверстие, за счет излучения нагревают стенки (рис. 2). Они нагревают расположенные поблизости слои воздуха, и ССС оказывается в весьма специфической неоднородной атмосфере. На область, расположенную вблизи оси отверстия, действуют силы, которые стремятся втянуть

эту область внутрь. На области, расположенные вблизи нагретых стенок, силы действуют в противоположном направлении. Создается впечатление, ССС, подобно живому существу, видит: через маленькое от-



3 Фотография стеклянного диска, выпавшего из окна после прохождения шаровой молнии

верстие пролезть невозможно, и начинает изменять свою форму. Точно так же ССС проходит и по дымоходу.

Именно этот механизм работает при проникновении ССС в кабины самолетов, где имеется избыточное давление. Обеспечить полную герметизацию кабины невозможно — в ней всегда есть маленькие щели, через которые воздух просачивается наружу. Через них-то ССС и может проникнуть внутрь кабины, причем движение идет навстречу выходящему воздуху. Ветер не может сдуть ССС: для этого объекта не имеет значения, подвижен воздух или нет. Главное, чтобы был градиент плотности, вдоль которого смещается свет и тянет за собой слой сжатого им воздуха.

А как выглядело бы перемещение большого ССС, диаметром, например, в сотню метров? Он тоже расположится на высоте, где плотность воздуха максимальна. Из-за большого размера плотность воздуха у его полюсов окажется заметно меньше, чем в области экватора. Значит, там возникнут силы, направленные к центру. Они сплющат ССС, и сфера превратится в светящуюся тарелку. Если снизу плотность изменяется в меньшей степени, то тарелка сверху окажется более выпуклой.

4 ССС проникает сквозь стекло



Воздух цепляется за свет

Одна из самых загадочных способностей шаровой молнии — умение проходить сквозь стекло. Порой стекло при этом разрушается. В архивах данных о шаровых молниях есть фотография (рис. 3) диска размером около 8 см, который выпал из стекла после прохождения сквозь него шаровой молнии. Ни электроны, ни ионы, ни плазма, ни молекулы, ни другие частицы через стекло не проходят. На это способен только свет. В том числе и тот, что пойман в ССС.

У стекла показатель преломления в любом случае больше, нежели у воздуха: свет выйдет из стеклянной пластинки под большим углом, чем падал. В тот момент, когда ССС коснулся оконного стекла, угол падения заключенного в него света окажется равным 90° (рис. 4). Значит, выходить он должен под еще большим углом. Следовательно, свет сквозь стекло не пройдет, а отразится от дальней поверхности и вернется назад в ССС. Однако не все так просто! Ведь свет — это волна, и при отражении он выйдет в окружающий воздух на расстояние порядка длины волны, то есть примерно на полмикрона. Интенсивное поле световой волны в этом слое воздуха создаст избыточное давление, и показатель преломления воздуха в нем увеличится. Далее новые порции излучения проникнут в эти области повышенного давления и сформируют ССС с другой стороны стекла. Если за стеклом плотность воздуха выше, то ССС, в соответствии с правилом своего движения, будет постепенно перемещаться сквозь стекло. При этом пройдет лишь свет, а не находящийся в слое сжатый воздух. Оказавшись с другой стороны стекла, свет сформирует новый слой сжатого воздуха.

Очень интенсивный свет может сильно нагреть стекло. При этом нагревается лишь стеклянный диск, диаметр которого совпадает с диаметром ССС, а наибольшие напряжения возникают на его границах — там резко изменяется температура. Поэтому неудивительно, что порой стекло в этом месте разрушается.

ССС — дитя грома и молнии

Известно, что шаровые молнии появляются чаще всего во время грозы. Попробуем представить себе, как в это же время возникает ССС. Молния — это интенсивный свет, который слепит глаза на расстоянии в десятки километров. За ударом молнии всегда следуют раскаты грома — то есть ле-

тит звуковая волна, чередующиеся области повышенного и пониженного давления воздуха. Все условия для возникновения ССС есть. Когда интенсивный свет попадает в область с повышенным давлением, он, возможно, будет распространяться по замкнутой траектории. Тогда вступят в действие механизмы самофокусировки света, которые начнут формировать ССС, сжимая воздух до десятков гигаскалей и уменьшая толщину слоя сжатого воздуха до микрона. Области с повышенным давлением нужны лишь на начальном этапе — для того, чтобы свет начал двигаться по замкнутым траекториям и ССС начал формироваться. После этого ССС начинает жить самостоятельной жизнью: вспышка и гром исчезли, а ССС остался. Получились законсервированные брызги света молнии.

Взрыв или тихая смерть

Сколько бы сильно ни был сжат газ, свет в нем все равно будет рассеиваться. При этом уходит энергия. Однажды в жизни ССС наступает кардинальная перемена: энергии света уже не хватает на то, чтобы сжимать газ, тот начинает катастрофически терять плотность, и на каком-то участке она становится слишком маленькой — показатель преломления приближается к единице. ССС теряет устойчивость. Свет моментально улетает из ловушки, а сама ловушка еще остается: сжатому воздуху требуется некоторое время, чтобы его давление выровнялось с давлением окружающего воздуха. Это и может вызвать взрыв, подобный взрыву баллона со сжатым газом. Поэтому прекращение существования многих ССС сопровождается хлопком или еще более опасными эффектами — в любом ССС таится колоссальная энергия. Если она освободится мгновенно, то исчезновение ССС будет приводить именно к таким сильным разрушениям, которые порой сопровождают кончину шаровой молнии. А на ее счету немало переломанных деревьев, выбитых дверей и взорванных бочек.

Танцы с молнией

В заключение несколько рекомендаций. Возможно, в природе существуют шаровые молнии, основанные на других физических явлениях. Однако, судя по описаниям очевидцев, многие известные шаровые молнии вели себя очень похоже на ССС. Придуманной нами объект отличается от многих других тем, что если он и связан с электричеством, то лишь происхождением — он дитя электрической линей-



ГИПОТЕЗЫ

ной молнии. ССС — еще одна форма существования света в воздухе, не похожая на известные плоские, цилиндрические и сферические волны. Более того, он представляет собой своеобразный концентратор и накопитель света. Если такой объект действительно существует, он, несомненно, заслуживает пристального внимания физиков и химиков, так как при сверхвысоких давлениях в газовой смеси совершенно по-другому идут химические реакции.

Ну а поскольку шаровая молния не только интересна, но и очень опасна, на основании выдвинутой гипотезы можно предложить способы самообороны. Если в комнате оказался ССС, то нельзя резко махать на него руками или, например, отгонять веником. В области между ним и веником создается область с повышенной плотностью воздуха, и ССС будет приближаться к венику, а вовсе не улетать от него. ССС должен «убегать» и от сигареты, и от зажженной спички. Если в комнате стоит холодильник, то можно потихоньку открыть дверцу — вдруг ССС его «осмотрит», ведь там воздух холоднее и, стало быть, плотнее. Поймав таким образом ССС в камеру с прозрачными стенками, можно посмотреть, как он себя поведет дальше. А вот дуть на ССС нельзя, так как источник потока воздуха, она же область с повышенным давлением, окажется во рту и ССС направится именно туда. Зато можно медленно приблизить к ССС плоский непрозрачный предмет, например большую книгу, лучше всего с темной обложкой. После нагревания слоя воздуха между книгой и ССС молния будет отталкиваться от книги, и ее полетом удастся управлять, примерно так, как тореадор управляет движением быка: медленно, умело и с риском для жизни.



Нобелевские премии 2002 года

«Nature», 2002, v. 419,
p. 548, 659

ФИЗИКА

Премию получили американец *Раймонд Дэвис* и японец *Мазатоши Кошиба* за изучение космических нейтрино, а также *Рикардо Джиакони* (США) за вклад в развитие рентгеновской астрономии.

Нейтрино крайне слабо взаимодействуют с другими частицами, а возникают они при ядерных реакциях, например при бета-распаде, когда нейтрон превращается в протон, испуская электрон и нейтрино (точнее, антинейтрино). Возможен и обратный процесс, когда нейтрино захватывается ядром: $n + \text{нейтрино} \rightarrow p + e^-$. Поэтому поток этих частиц, скажем, от ядерного реактора можно в принципе обнаружить, выявляя в очень большой массе окружающего его вещества атомы, которые образуются при обратном бета-процессе. С такой задачей справились в 50-е годы Ф. Рейнес и К. Коуэн, тем самым доказав существование в то время еще гипотетических нейтрино (Нобелевская премия 1995 года — см. «Новости науки», 1996, № 4–6).

В огромном количестве рождаясь в звездах, нейтрино свободно покидают их и несут информацию о происходящих там ядерных реакциях. Опыты по регистрации нейтрино от Солнца впервые поставила и в течение многих лет проводила группа Дэвиса, которая использовала предложенную в 1946 году Б. М. Понтекорво хлораргоновую реакцию: $^{37}\text{Cl} + \text{нейтрино} \rightarrow ^{37}\text{Ar} + e^-$. Глубоко под землей, куда не проникают вносящие помехи космические лучи, в шахте Хоумстейк (штат Южная Дакота), они

разместили цистерну с перхлорэтиленом (C_2Cl_4). Поскольку сцинтилляторы в то время еще не были разработаны, радиоактивные изотопы аргона пришлось выделять химическим путем — через жидкость пропускали гелий, который «вымывал» из нее атомы аргона; затем ^{37}Ar осаждали на поверхность активированного угля, охлажденного до температуры жидкого воздуха.

В Японии под руководством Кошибы в шахте Камико соорудили другую подземную установку, в которой рабочей средой служат 50 000 м³ сверхчистой воды. Там черенковские счетчики фиксируют излучение от быстрых мюонов, возникших от взаимодействия нейтрино с ядрами. В 1987 году группа Кошибы зафиксировала поток нейтрино от взрыва сверхновой в соседней галактике.

Такие эксперименты позволили многое узнать о свойствах этих загадочных частиц, хотя основные вопросы: есть ли у них масса покоя и возможны ли нейтринные осцилляции (превращения нейтрино одного типа в другой), пока окончательно не решены. А от них многое зависит и в теории элементарных частиц, и в космологии. Нужно отметить, что большую роль в развитии нейтринной физики сыграли советские ученые.

Рентгеновская астрономия зародилась в конце 40-х годов, когда стали устанавливать детекторы X-лучей на воздушных шарах и ракетах. В 1962 году Джиакони с коллегами обнаружил, что есть много точечных источников таких лучей как в нашей Галактике, так и за ее пределами и что космос заполнен фоновым рентгеновским излучением. Для исследования этих явлений на околоземные орбиты была запущена серия специальных научных спутников, которую в последние годы увенчала обсерватория «Чандра».

Она уже позволила разрешить старый спор о происхождении рентгеновского

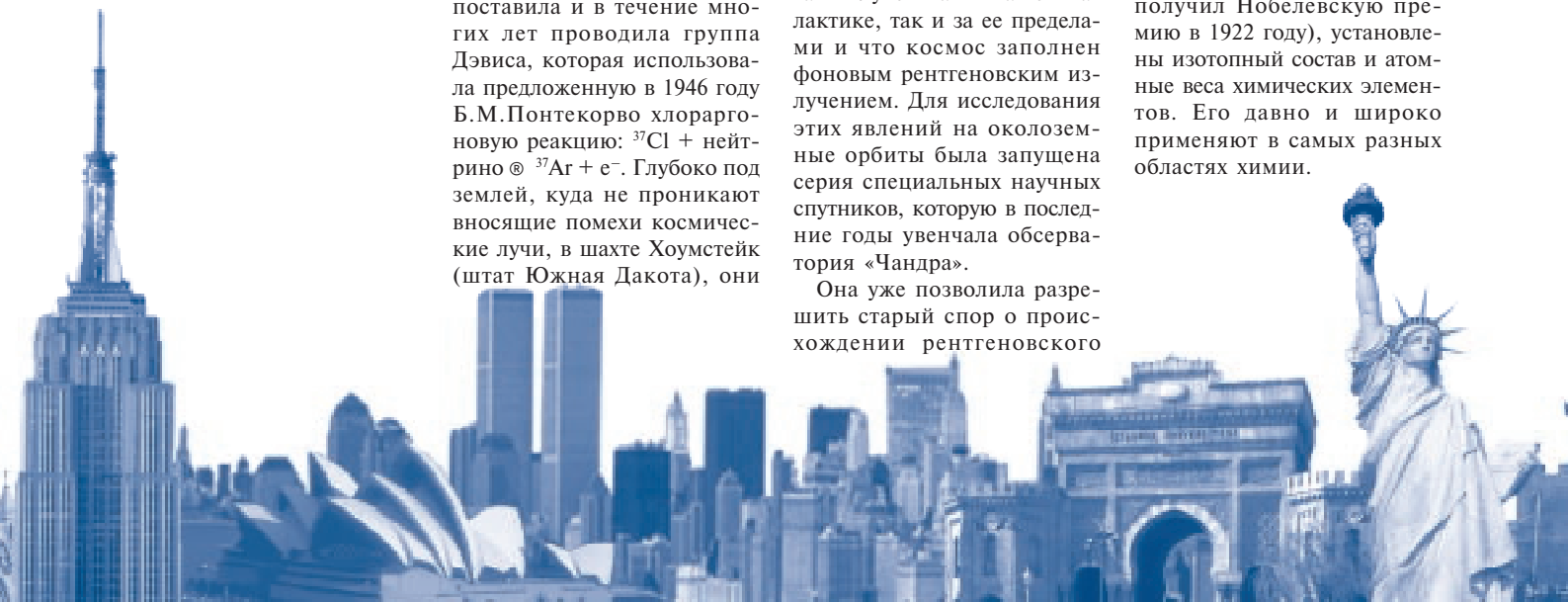
излучения ядра Галактики — дает ли его диффузный, горячий газ или какие-то локализованные объекты. «Чандра» показал, что там есть по меньшей мере тысяча отдельных источников, а изучение их спектра привело к выводу, что это двойные звезды, в которых на плотный и компактный объект (белый карлик, нейтронную звезду или черную дыру) падает материя из более рассеянного напарника.

Как говорит Джиакони (он один из руководителей космической программы США), за время его научной карьеры чувствительность детекторов X-лучей возросла на девять порядков. Вообще, в XX веке астрономия стала всеволновой, что предопределило революцию в этой науке.

ХИМИЯ

Лауреатами стали американец *Джон Фенн*, японец *Коичи Танака* и швейцарец *Курт Вютрих* за развитие методов масс-спектрометрии и ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в применении к биологическим макромолекулам.

При масс-спектрометрии исследуемые молекулы переводят в газовую фазу, ионизируют их и ускоряют электрическим полем, а затем либо по искривлению траекторий в магнитном поле, либо по времени пролета до детектора определяют массы ионов (точнее, отношение их масс к зарядам). Таким методом в начале прошлого века были открыты изотопы (за что Ф. Астон, развивший идею своего учителя Дж. Томсона, получил Нобелевскую премию в 1922 году), установленные изотопный состав и атомные веса химических элементов. Его давно и широко применяют в самых разных областях химии.



Однако до недавнего времени он охватывал только те соединения, которые испаряются при более низкой температуре, чем та, что вызывает их термическое разложение. Нелетучие и термостабильные молекулы, а таковы белки и нуклеиновые кислоты, трудно перевести в газовую фазу без разрушения их структуры. В 1984 году Фенн впервые успешно применил для этого электродинамическую ионизацию, и в том же году появилась статья специалистов из ленинградского Института аналитического приборостроения АН СССР (М.Л.Александров и др., ДАН, т.277, с.379), в которой описывался аналогичный подход.

Малый объем раствора биомолекул электрически заряжают и распыляют, превращая его в поток заряженных микрокапель. Поскольку растворитель испаряется, в них растет отношение заряда к объему, и, когда оно достигает так называемого рэлеевского предела, из-за электростатического отталкивания эти капли как бы взрываются. Возникают ионизированные частицы, представляющие собой молекулы и кластеры в сольватной оболочке, которые поступают в анализатор.

Для успешного применения метода требовалось решить много чисто технических проблем, и Фенн внес тут решающий вклад. Насколько шаяща разработанная им процедура, говорит тот факт, что прошедшие через масс-спектрограф вирусы сохраняли свою вирулентность.

Другой способ сделать соединение летучим и ионизированным заключается в использовании лазерного излучения. В 80-е годы В.С.Летохов из ИС АН СССР научился проделывать это с малыми полярными молекулами, например с аминокислотами. Затем такую технику развили немецкие ученые, а об успешном ее применении к большим биомолекулам

первым сообщил в 1987 году Танака. Необходимо было подобрать частоту и мощность лазера, а также состав и свойства матрицы, в которой размещены молекулы. Оказалось, что для протоннов подходит мягкое излучение (длина волны 330 нм), которое не поглощается ароматическими группами аминокислот и потому не вызывает распад молекул. Танака начал проводить лазерную масс-спектрометрию белков, например цитохрома С и еще более крупных.

Метод ЯМР основан на том, что, когда атомы попадают в сильное магнитное поле, их ядра, если они имеют ненулевые спины (прежде всего протоны), ориентируются в поле по нескольким возможным направлениям и между этими состояниями возникает определенная разность энергетических уровней. Затем, облучая раствор радиоволнами, находят резонансные частоты, вызывающие переброс ядер из одного положения в другое, — получают набор спектральных линий.

Главное, что на частоту перехода того или иного ядра влияют соседние атомы (химический сдвиг). Поэтому ЯМР-спектр позволяет многое узнать и о строении, и о внутренней динамике молекул, в том числе нативных биополимеров в растворе. Например, спектр белка отражает не только его первичную, но также вторичную и третичную структуры; при этом размытие каких-то линий указывает на высокую подвижность определенных химических групп. Однако белок средних размеров дает многие сотни линий, разобраться в которых очень трудно. Вютрих в 80-е годы сумел усовершенствовать прибор и алгоритмы анализа спектрограмм, что позволило ему выяснить строение многих белков, например одного из

прионов (оказалось, что он состоит из двух частей — компактной глобулы и подвального хвоста).

ЯМР открыл в 1941 году Е.К.Завойский, после войны его пероткрыли Ф.Блох и Э.Парселл, серьезно продвинул Р.Эрнст (последние трое получили Нобелевские премии в 1952-м и 1991 годах). Сейчас ЯМР — второй по значению (после рентгеноструктурного анализа) метод определения трехмерной структуры макромолекул, и в этом большая заслуга Вютриха.

ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Премию поделили англичане *Сидней Бреннер* (он родился в ЮАР) и *Джон Сальстон* с американцем *Робертом Горвицем* за работы по генетической регуляции развития органов и запрограммированной клеточной гибели (апоптоза).

В 60-е годы генетики и эмбриологи поняли, что пришло время изучать явления на стыке этих дисциплин и создавать новую науку — генетику развития, для которой необходимо выбрать подходящий объект исследования. Им стал один из наиболее просто устроенных многоклеточных организмов с коротким жизненным циклом — нематода *Caenorhabditis elegans*. Взрослый червь размером менее миллиметра содержит ровно 959 клеток (для сравнения человек — порядка 10^{14} клеток), в его геноме около 2000 генов (приблизительно столько же у *E.coli*; у дрозофилы — примерно 5000).

Патриарх биологии нематоды Бреннер начал изучать ее развитие на молекулярном уровне (а до этого он занимался вирусами, репликацией бактериальной ДНК, внес вклад в расшифровку генетического кода). В частности, он получил червей-мутантов с дефектным мышечным белком миозином, что помогло выяснить его строение. Одним из первых он стал применять клонирование генов, их секвенирова-

ние и метод рекомбинантных ДНК.

Затем к этим работам подключился его студент Сальстон, который вместе с другими молодыми исследователями приступил к описанию последовательных клеточных делений, то есть прослеживал судьбу каждой клетки (все развитие нематоды строго генетически детерминировано). Сальстон выявил мутации, приводящие к нарушению процесса гибели определенных клеток, а он необходим для нормального развития (другая функция апоптоза — избавлять организм от клеток с дефектным геномом или зараженных вирусом).

Горвиц в 70-е годы заинтересовался фенотипическими различиями между двумя видами нематод — *C.elegans* и *P.redivivus*. У них по-разному устроены яйцечники — у *C.elegans* есть две гонады, а у *P.redivivus* одна, причем вся их половая система развивается из четырех исходных клеток, одинаковых у нематод обоих видов. Две из них служат предшественницами клеток зародышевого пути (половых клеток), а две — соматических структур гонад. Деление этих клеток идет у них аналогично, за одним исключением: у *P.redivivus* одна из «внучатых» клеток (после второго деления) согласно генетической программе гибнет, в результате чего у таких червей не образуется вторая гонада.

Как выяснили, за это различие ответственна мутация в одном регуляторном гене, и, значит, эволюция может идти путем подобных модификаций в управляющей работе генов системе. Известно, что за перестройки хода онтогенеза дрозофил отвечают так называемые гомеозисные гены (изучение которых было отмечено Нобелевской премией в 1995 году — см. «Новости науки», 1996, № 1). Теперь нужно разобраться, как эти процессы протекают у нематод. Возможно, в биологии развития червячку суждено сыграть такую же роль, какую сыграла мушка в генетике.

Подготовил
Л.Верховский

Что думают биологи о виде



Кандидат биологических наук
А.А.Махров

*Это все равно, что стакан
кому-нибудь описывать*

А. и Б. Стругацкие
«Пикник на обочине»

В дыму костров, во мраке келий

Большинство научных терминов придумали сами ученые, а потому определены они более или менее строго. Что же касается понятия «вид», то тут дело обстоит непросто. История у этого понятия почти столь же древняя, как и сама история человечества. Еще первобытным собирателям, охотникам и рыбакам приходилось распознавать съедобные и ядовитые растения, по-разному охотиться на волков и лис. Способность отличать одни виды от других стала для людей насущной потребностью очень давно.

В любом современном определителе наряду с научными латинскими терминами можно найти и бытовые, народные названия животных и растений. По сей день перед тем, как углубиться в дебри неведомых лесов за «добычей», натуралисты стремятся расспросить о животных местных

жителей — они зачастую различают промысловые виды не хуже ученых. Это и неудивительно. Ведь, как уже было сказано, первыми «биологами» были охотники и знахари. Их многовековые наблюдения когда-то стали основой первых книг о животных и растениях — бестиариев и травников.

Правда, потом, в средние века, профессора, облаченные в мантии, изучали конкретные виды не слишком охотно — они предпочитали рассуждать об идеальной «сущности» или «архетипе» вида. Но даже эта, казалось бы, вполне академическая идея впервые возникла в представлениях народа, в его сказках и легендах. Вспомните хотя бы легендарный остров Буян русских сказок. Там, на острове Буяне, растет самый большой в мире дуб — над всеми дубами старший, а на том дубу сидит самый крупный из воронов — над всеми воронами старший. Вот откуда оно взялось, представление об архетипе, — из языческих верований!

Более поздние религии унаследовали часть древних представлений, но отдали мир идеального в полное распоряжение Творца. Согласно христи-

анским теологам, именно из мира идеального вывел Бог все создания в мир реального. «Все вывел из небытия и дал бытие небывшим И делает птицами птиц, а плавающих — плавающими, а иных родов каждого — применительно к его роду» (Иоанн Болгарский).

Чуть выше процитированный религиозный философ словно бы оправдывается: «Не сам я сочинил что мне когда-либо приходилось читать, то я и соединил», — и эта оговорка воплощает в себе мировоззрение целой эпохи. Мало того что тогдашние философы в самом деле имели привычку без конца переписывать одно и то же, — книжникам и вправду казалось, что все живые существа точно воплощают своих предков, тех самых, которых когда-то создал («вывел из небытия») сам Творец и которым давал имена Адам.

Разного рода промежуточные формы, вроде людей с песьими головами, доставшиеся христианам в наследство от языческих предков, средневековое мировоззрение старалось держать подальше, оттесняя их на край мира, где законы бытия искажались. Появление рядом с людьми не-

обычных существ, вроде пса о шести лапах, упомянутого в «Повести временных лет», считалось крайне дурным знаком: за первыми признаками нарушения миропорядка могли последовать страшные катастрофы, способные разрушить все мироздание.

Даже наивная вера в самые удивительные превращения не могла поколебать представлений о неизменности видов. Ведьма могла превратиться в кошку, из плесневого зерна или тряпья время от времени возникали мыши, но все это означало лишь одно: конкретный материальный объект может менять свою «сущность». В крайнем случае «сущности» образовывали то, что мы называли бы сегодня межвидовыми гибридами, а в то время именовали бастардами — незаконно рожденными. Но вот новые «сущности» не возникали ни при каких обстоятельствах — что сотворено, то сотворено.

В экспедициях и музеях

Однако едва только вопрос о видах, перешедший было в теоретическую плоскость, снова приобретал практическое значение, как средневековые чудеса прекращались словно по мановению волшебной палочки. У аккумуляторного хозяина животные остаются животными, растения — растениями, мыши в зерне не заводятся. Бурное развитие сельского хозяйства на заре промышленной революции заставило профессоров спуститься из мира идеального на землю. Наконец-то и они осознали, что особи каждого вида способны сами по себе, без всякого божественного вмешательства, сохранять и передавать потомкам свои характерные особенности. Но если вид — не отпечаток с божественного архетипа, то что же тогда он собой представляет?

В конце XVII века английский ученый Д.Рэй предложил считать видами группы морфологически сходных организмов, которые передают свои признаки потомкам. Так хранителями видовых особенностей впервые сделались реальные особи. Архетип уступил место «типу»: при описании нового вида за образец стали брать одну из особей, найденных в числе первых. Ее старались сохранить на века в виде чучела или образца, зафиксированного в формалине, а хранителями этих своеобразных стандартов сделались музеи.

Ученые-биологи заметно активизировались. Еще бы, ведь теперь объект исследований можно было в прямом смысле подержать в руках. Из обла-

сти идеального он наконец-то переместился в область реального, и «овеществить» новый вид стало под силу простым смертным. Появились многочисленные натуралисты-путешественники, готовые продираться через джунгли Африки или мерзнуть среди арктических льдов лишь затем, чтобы разместить в витрине родного музея экземпляра неведомого животного, который станет эталоном для всех будущих исследователей неизвестного ранее вида.

Развитие нового подхода дало биологии необычайно много. Но для совершенствования понятия «вид» самым существенным оказалось создание Линнеем единой номенклатуры — упорядоченной системы латинских названий для растений и животных. Она стала почвой, на которой смогли объединиться биологи всего мира, — языковой барьер больше не мешал взаимопониманию коллег.

И тут стало ясно, что многие виды животных и растений распространены чрезвычайно широко: путешественники часто привозили образцы хорошо известных видов из дальних стран. А вот места для песиголовцев, гарпий и прочих химер не осталось — никто так и не представил доказательств их существования.

Наука до сих пор не исчерпала всего, что могут дать ей сборы зоологических коллекций. Да, классических зоологов в наш век молекулярной биологии и генетики стало меньше, но они существуют и по-прежнему регулярно отправляются в дальние экспедиции за новым материалом. За работой одного из них, шведского профессора, который трудится в том же музее, где некогда работал великий Линней, мне довелось наблюдать во время Международной экспедиции по Северному морскому пути в 1994 году. Огромные емкости с формалином быстро наполнялись зверьками, птицами, рыбами. Сын геолога, повстречавшийся нам в тундре, даже испугался за своего пса: «Профессор



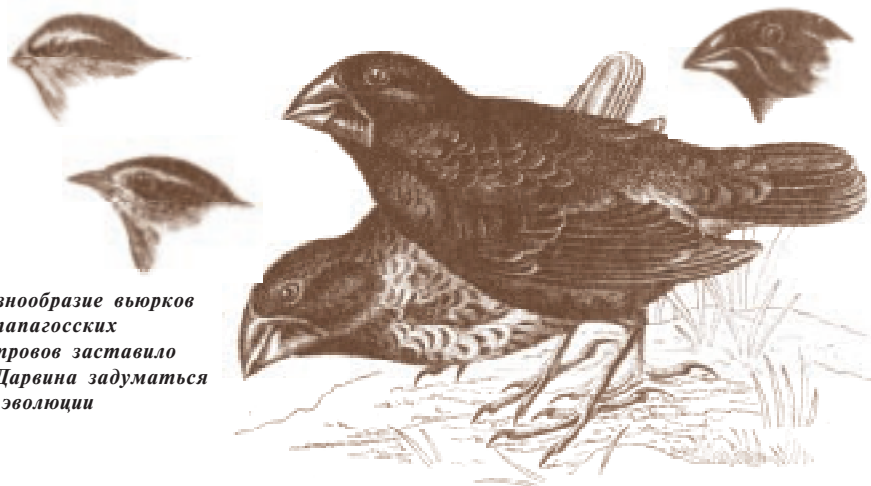
РАЗМЫШЛЕНИЯ

не положит в формалин Полкана?» К счастью для собаки, профессора интересовали только исконные обитатели тундры

Вид в борьбе за существование

Сборы зоологических и ботанических коллекций позволяли не только описывать новые виды и приводить в систему накопленные знания. Имея возможность сравнивать представителей хорошо известных видов из разных районов земного шара, ученые стали замечать, что они хотя и очень похожи, но не во всем идентичны друг другу. Различающиеся формы описывали поначалу как отдельные виды. Пример такого подхода можно найти в романе А.Дюма «Граф Монте-Кристо», где главный герой знакомится на приеме с «высоким худым господином», который «открыл в окрестностях Рима особый вид ящерицы, у которой одним позвонком больше, чем у других».

Однако постепенно биологи стали понимать, что единственная особенность, вроде лишнего позвонка, еще не повод для выделения нового вида. Как известно, у ящерицы, потерявшей хвост, новый вырастает вообще без позвонков (см. «Химию и жизнь» 1977, № 9), а для рыб уже в наше время было показано, что число позвонков может варьировать в зависимости от температур, при которых развиваются икринки. В общем, в разных ус-



Разнообразие вьюрков Галапагосских островов заставило Ч.Дарвина задуматься об эволюции

ловиях организмы могут приобретать разные черты.

Так ученые установили: виды нестабильны, они могут изменяться, — и помогли это понять именно дальние путешествия. Не случайно Чарльз Дарвин, который до своего знаменитого плавания на «Бигле» «не сомневался в буквальном смысле каждого слова в Библии», после экспедиции вдруг задумался об эволюции. Итоги размышлений знаменитого натуралиста хорошо известны: вид — не более чем ступенька в бесконечном процессе эволюции, а может, даже и вовсе условное понятие.

Идея оказалась столь продуктивной, что некоторым последователям Дарвина стало казаться, что среда обитания и исполнитель ее воли — естественный отбор обращаются с видом, как ребенок с куском пластилина, и признаки вида меняются почти так же быстро, как цвет неба на закате.

Отбор и вправду может многое — это хорошо видно, если сравнить культурные растения с их дикими предками. Да и скорость отбора бывает очень велика: известны случаи, когда многоцветье у растений возникло из ничего прямо на наших глазах. Так, около ста лет назад цветоводы-любители привезли из Африки несколько экзотических растений с ярко-синими цветками, а сейчас мы имеем возможность любоваться несколькими сотнями сортов узамбарских фиалок — от миниатюрных до прямо-таки гигантских (см. «Химию и жизнь», 1998, № 7). Они очень сильно отличаются друг от друга по форме цветков и листьев, а окраска цветков может быть не только синей, но и белой, красной и даже нежно-зеленой. Бывают цветки в крапинку, в полоску, с гофрированной каймой контрастного цвета.

Однако в естественных условиях отбор многообразию, как правило, не способствует. Напротив, он работает как строгий цензор. Действительно, виды приспособляются ко всем нюансам среды обитания сотни и тысячи поколений. Но в начале, при попадании в новые условия, вид трансформируется быстро (если, конечно, не вымирает сразу в неподходящих условиях), а потом, как говорится, «коса находит на камень».

Если среда обитания стабильна, отбор ведет себя как хорошая овчарка. Ведь она не перегоняет овец без надобности с места на место, а все больше следит, чтобы те не разбрелись с пастбища. Так же и отбор. Он заботится о том, чтобы признаки вида оставались стабильными: ведь,

по сути, они-то и отражают условия обитания вида, характеризуют его экологическую нишу.

С другой стороны, среда никогда не бывает стабильной абсолютно — и это заставляет вид сохранять некоторую гибкость. Так, крупные самцы лосося побеждают в борьбе за самку, но в маловодные годы гиганты не могут проникнуть в реку, и преимущество получают карликовые формы (см. «Химию и жизнь», 2002, № 10). А потому каждому поколению вида приходится, словно Одиссею, лавировать между Сциллой и Харибдой. Чтобы сохранить часть своих спутников, Одиссей был вынужден пожертвовать остальными, погибшими в пасти чудовища, — точно так же и вид, чтобы выжить, постоянно приносит в жертву естественному отбору особей, наименее приспособленных к конкретным условиям, в которых тем пришлось коротать свой век. Когда речь идет о лососях, в многоводные годы вид может жертвовать карликами, а в маловодные — гигантами.

В генетической лаборатории

XX век принес с собой новые представления о виде. Зародилась генетика, и морфология как наука отошла на второй план.

Начали открываться удивительные факты. Так, сотрудники знаменитой лаборатории С.С.Четверикова обнаружили, что плодовая мушка дрозофила (по-латыни — *Drosophila obscura*) из Московской области не может скрещиваться с внешне неотличимой мушкой, привезенной из Америки. Как тут было не вспомнить Аристотеля, который писал: «Спаривание, согласное с природой, имеет место между животными одного вида». «Американку» пришлось признать новым видом, назвав ее *Drosophila pseudoobscura*. (Позже такие внешне неотличимые виды стали называть видами-двойниками.) Оказалось, что скрещиванию между мухами мешают различия в форме хромосом, и препятствие это действительно непреодолимо.

Еще больше видов-двойников, не способных скрещиваться друг с другом, было обнаружено, когда исследователи научились находить различия не только в числе и внешнем виде хромосом, но и отслеживать особенности отдельных белков, а также анализировать их генетическую основу — фрагменты ДНК.

Были разработаны методы специфической окраски для многих фер-

ментов, и оказалось, что некоторые виды-двойники можно легко различать, если проанализировать подвижность характерных белков в электрическом поле. Кусочек анализируемой ткани тщательно разминали, обрабатывали необходимыми веществами и вносили в гель (желеобразное вещество вроде агара или желатина). Приложенное к гелю электрическое поле заставляло положительно заряженные белки медленно мигрировать к катоду, а отрицательно заряженные — к аноду, причем каждый белок двигался со своей характерной скоростью. Спустя несколько часов гель окрашивали, и разница между белковыми спектрами у разных видов проявлялась во всей своей красе.



Православная икона, изображающая святого Христофора. Согласно легенде, мученик происходил из племени собакоголовых людей



В Зоологическом институте Академии наук в Санкт-Петербурге уже сто семьдесят лет работают ведущие систематики нашей страны



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Казалось, еще немного, и в музеях вместо чучел и гербариев появятся генетические паспорта животных и растений в виде разноцветных полосатых гелей — генетические особенности в купе со способностью или неспособностью к скрещиванию сделались чуть ли не единственным критерием вида.

Однако радость биологов, казалось нашедших в конце концов четкий критерий вида, была преждевременной. Отыскивались живые существа (и немало!), особенности размножения которых поставили специалистов в тупик. Ведь многие организмы вообще не скрещиваются — даже с себе подобными! Немало растений размножаются побегам и клубнями, не образуя семян ни разу за всю жизнь. У животных известен партеногенез — размножение самок без участия самцов. Например, самки серебряного карася выметывают икру, не нуждающуюся в оплодотворении. Ее вполне могут активировать сперматозоиды рыб другого вида, и обмена генетическим материалом при этом не происходит. Все мальки оказываются самками — точными копиями своей матери.

А порой происходят и более странные вещи. Например, даже в естественных условиях у рыб могут появляться межвидовые гибриды. Несмотря на то что у наших обычных лещей и плотвы наборы хромосом разные, да и внешне эти рыбы различаются достаточно сильно, их скрещивание вполне возможно. Более того, гибриды оказываются плодовитыми, а в потомстве снова появляются лещ и плотва с характерными для этих видов наборами хромосом — как в сказке, целые и невредимые! Все говорит о том, что в клетке межвидового гибрида эти два генома не перемешиваются! Однако подобные случаи редки, и чаще всего икринка, оплодотворенная сперматозоидом рыбы другого вида, погибает.

На научных конференциях

Казалось бы, после всех этих сенсационных открытий страсти вокруг понятия «вид» должны разгореться с новой силой. Каков же все-таки критерий видовой принадлежности? Общность морфологии? Способность к скрещиванию? Характерный белковый спектр? А какое отношение имеет к понятию «вид» описанная выше способность восстанавливать набор хромосом после гибридизации?

Однако в действительности накал страстей даже несколько поутих. Причина проста — морфологи и генетики почти не сталкиваются друг с другом: они публикуются в разных журналах, собираются на разных конференциях. Те, кто занимается систематикой — будь они исходно морфологами или генетиками, — к разногласию мнения давно привыкли. Если возникает проблема, достаточно произвести «заклинание»: «По данному вопросу автор поддерживает взгляды» (далее звучит фамилия авторитетного предшественника). Так и решается потихоньку большой вопрос.

«Вид морфолога» и «вид генетика» могут совпадать, а могут и не совпадать — различия во взглядах имеют в данном случае совершенно объективную основу. И неудивительно, что все чаще раздаются в биологии голоса, призывающие узаконить такое разделение.

Кстати, похоже, что биология в целом от этого только выиграет. Во всяком случае, разделение двух понятий позволяет правильно подойти к сложной проблеме видообразования. До сих пор биологи затруднялись объяснить, каким образом особи вновь возникающего вида одновременно обретают морфологические признаки, позволяющие занять новую экологическую нишу, и теряют способность скрещиваться с особями вида-предшествен-

ника. При разделении двух понятий представить механизм такого процесса становится значительно проще.

Например, в пределах одного вида могут долго сосуществовать формы, занимающие разные экологические ниши и потому различающиеся внешне. Морфологи относят их к разным видам, хотя не исключено, что они не утратили способности скрещиваться друг с другом — просто в природе эти формы почти никогда не встречаются. С течением времени между такими формами могут накапливаться генетические различия, которые возникают иногда быстро (например, благодаря полиплоидии), а иногда постепенно, в результате последовательных точечных мутаций. Результат — появление двух полноценных видов вместо одного.

Бывает и по-другому: крупная хромосомная перестройка лишает часть особей возможности скрещиваться с другими представителями вида, за исключением ближайших родственников. Если эта группа разрастается, она становится родоначальницей вида-двойника, который впоследствии, возможно, займет новую экологическую нишу и постепенно приобретет новые морфологические особенности.

Но пока окончательного разделения понятий не произошло, жизнь систематиков сложна. Многие из них, вероятно, с тоской вспоминают средневековье. Как просто было тогда! Не соответствует особь «архетипу» — значит, «бастард» или урод, о котором можно тут же забыть. А теперь непонятных существ, как в поговорке, «не знают, куда усадить, как величать». К тому виду их отнести или, может, к другому? Или же это вообще промежуточная форма, из которой совершенно новый вид возникает? Одна радость — раз виды постоянно меняются, а способов их идентификации становится все больше, систематики никогда не останутся без работы!



Доклад на Второй
научной конференции
Санкт-Петербургского
союза ученых
10–12 апреля 2002 года

Проблемы экспансии лженауки

Академик РАН
Е.Б.Александров

Публикуется в сокращении.

Три года назад «Химия и жизнь» (1999, № 10) публиковала выдержки из доклада на заседании президиума РАН академика Э.П.Круглякова, председателя Комиссии по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований. (См. также книгу Э.П.Круглякова «Ученые с большой дороги», М., «Наука», 2001.) И до этого, и позднее мы не раз обращались к проблеме лженауки, она же по-английски *pseudoscience*, *bogosity*, *flakiness*, по-русски «ненастоящая наука» или псевдонаука. (Последний термин, употребляемый, в частности, Г.И.Абелевым и Л.И.Корочкиным, нам кажется самым подходящим. «Лженаука» по самой этимологии подразумевает сознательную ложь, то есть это слово относится скорее не к работе, а к ее автору, легко позволяя повернуть дискуссию от чисто научных проблем к личным или политическим. Достаточно вспомнить, как оперировали этим термином борцы с генетикой и кибернетикой. «Псевдонаука» — то, что старается походить на

науку, но ею не является, причем этого могут не замечать сами адепты, — и точнее, и справедливей.)

Отношение научного мира к Комиссии сегодня неоднозначное: автору доклада, который мы предлагаем вниманию читателей, приходилось слышать в свой адрес и «современный Лысенко», и «член трибунала инквизиции». Понять такую реакцию легко. Но, как сказал один мудрый человек, даже деятельность средневековых охотников на ведьм была бы оправданна, если бы ведьмы — ненавистницы рода людского, иссушающие поля и отравляющие колодцы, существовали на самом деле. Лже-



Художник П. Перевезенцев

Что есть истина и кто судьи?

Правомерно ли подвергать сомнению свободу поиска? Можно ли лишать исследователя права на ошибку? Как отличить предмет научного исследования от лженауки? Такие риторические вопросы постоянно звучат при любом публичном обсуждении темы лженауки. Ее адепты и защитники неизменно приводят исторические примеры непонимания современниками истинных замечательных открытий и неверных прогнозов великих ученых прошлого (обычно вспоминают Герца, Томсона, Резерфорда). При этом неявно предполагается, что ситуация в науке третьего тысячелетия не отличается от той, что была триста или сто лет назад. Это глубокое заблуждение. Первые ученые шли по целине, когда практически любая мало-мальски разумная гипотеза имела примерно равные шансы подтвердиться или быть опровергнутой. С тех пор человеческая природа не изменилась, людям так же свойственно ошибаться. Но в области науки как таковой ситуация изменилась радикально.

Человечество накопило грандиозное количество знаний, которые решительно ограничивают фантазии исследователей в отношении новых открытий, и особенно фундаментальных. Каждая новая гипотеза должна быть прежде всего увязана с уже известными бесспорными законами и фактами. Именно такого рода «принцип соответствия» позволяет без колебаний отвергать лженаучные призывания, например абсурдные проекты производства даровой энергии из «физического вакуума» и построения «безопорного двигателя», нарушающие два фундаментальных закона — сохранения энергии и импульса.

Что касается права ученого на ошибку, то, разумеется, никакого подобного права не существует, хотя дела это не меняет: ошибки практически неизбежно сопровождают любое научное исследование. Но ошибки ошибкам рознь. Бывают ошибки, связанные с неполнотой учета уже имеющегося знания о предмете — все знать становится все труднее. Бывают рутинные методические ошибки. Это своего рода норма — неизбежные спутники исследования, с которыми приходится мириться. А вот патологические ошибки лженауки связаны не с недостатком знаний о предмете, а с *игнорированием* этих знаний.

Адепты лженауки с легкостью выдвигают произвольные гипотезы, которые несовместимы с имеющимся достоверным знанием. Очень характерны для лженауки всех времен заявления об открытии новых видов взаимодействия, новых частиц, новых сил. Но любая новая сила должна быть увязана с уже известными. Например, нельзя ввести новое дальное действие без оглядки на необъятный наблюдательный материал в области небесной механики. При этом сразу возникают непреодолимые ограничения на величину гипотетической новой силы — она должна быть



ДИСКУССИИ

наука существует и на самом деле причиняет вред.

Насколько нам известно, Комиссия не призывает к ответу всех без исключения авторов спекулятивных гипотез или экстравагантных теорий. Мыслящий человек должен иногда выдумывать что-нибудь абсолютно новое, хотя бы для того, чтобы, по совету Конрада Лоренца, каждое утро расставаться с одной любимой гипотезой. Но вряд ли кто-то из читателей «Химии и жизни» сочтет нормальным, что государство финансирует проекты, подобные описанным ниже, в то время как по соседству в институте из-за нехватки денег прекращает ра-

боту установка, которая функционировала в полном соответствии с законами физики. Кто-то должен с этим бороться.

Давнее знакомство «Химии и жизни» с академиком Е.Б.Александровым возобновилось в связи с «феноменом Бронникова» (2002, № 10, 11). Е.Б.Александров уверен, что «альтернативное зрение» есть мистификация и что рано или поздно это будет доказано. Такая позиция может кого-то задевать, но ничего не поделаешь: если доктор Бронников действительно хочет войти в науку, для него нет другого пути, кроме как через «трибунал». Физика и физиология — не те области, где сомнение в истинности нового факта считается неучитываемым. Еще М.В.Волькенштейн говорил о «презумпции виновности» ученого, а по мнению Джеймса Уотсона, тому, кто не выносит критики, лучше поискать работу вне науки.

А теперь перейдем к истории вопроса.

так слаба, чтобы ничего не изменить в картине мира в пределах достигнутой точности наблюдений.

Заметим, что требования «принципа соответствия» не ограничиваются областью точных наук. Примером применения этого же подхода может служить опровержение профессиональными историками экстравагантных и откровенно лженаучных построений математика А.Т.Фоменко, академика РАН (см., например, публикации в «Вестнике РАН»: 1999, № 12; 2000, № 5, 7 и 9 и 2002, № 2).

Таким образом, по первому вопросу подзаголовка можно сказать, что истина, разумеется, должна выявляться в ходе многих независимо воспроизводимых исследований, экспериментов или наблюдений, но и этого недостаточно: новая истина должна быть совместима с истинами, достоверно установленными ранее. Не следует преувеличивать роль эксперимента — он может быть ошибочным, неверно истолкованным или фальсифицированным. И даже независимое воспроизведение не является абсолютной гарантией: бывают индуцированные коллективные заблуждения, даже если не учитывать возможности сговора. Во второй половине XX века неоднократно бывали ошибочные сенсационные публикации в авторитетных изданиях, вызывавшие серию независимых подтверждений. Примером могут служить сенсации конца XX века вокруг «холодного термояда» и в связи с якобы обнаруженным действием реактивов при их разбавлении за пределами наличия единственной активной молекулы в анализируемом объеме.

А на вопрос о том, кто судья, естественно ответить, что верховный судья — мировое научное сообщество, опирающееся на непрерывно растущий свод фактов и объективных законов природы, то есть на накопленное коллективное научное знание. И суд этот достаточно безапелляционен. В науке (по крайней мере, в области точных наук) неприменим принцип свободы совести, позволяющий каждому верить по-своему: наука живет знанием, а не верой. А точное знание оставляет мало пространства для различных взглядов — наука не демократична. Дискуссии в науке уместны на стадии гипотез. Дискуссии прекращаются, когда на смену гипотезе приходит теория.

Экстрасенсы с Лубянки

Современная лженаука сочетает верность традициям с величайшей гибкостью следования моде. Базируясь традиционно на средневековых предрассудках, имея корни в магии и оккультизме, лженаука берет на вооружение

терминологию переднего края истинной науки, разглагольствуя о когерентности «биополей», о голографическом принципе кодирования информации «аурой», об информационном поле «кварк-глюонного конденсата», о неисчерпаемых энергетических ресурсах «физического вакуума», о полевой природе посмертной жизни души и прочем. Этим свойством мимикрии под современную науку отличается прежде всего откровенно мошенническая лженаука, представляющая собой, по существу, одну из новых форм криминального бизнеса. Типичным примером может служить широкая кампания вокруг так называемых «торсионных» полей.

История этой аферы восходит, по видимому, к 60-м годам XX века. Идея телепатии была в большой моде с конца 50-х годов, когда «оттепель» Хрущева породила ренессанс интереса к медиумизму, или к парапсихологии, как его стали именовать. До наших спецслужб тогда дошли сведения о попытках США (неизменно бесплодных) установления телепатической связи с подводными лодками. Были предприняты попытки мысленной передачи бинарного послания из подвала на Лубянке реципиенту-экстрасенсу на окраине Москвы. Работой руководил А.Е.Акимов, который «усовершенствовал» традиционную процедуру — он якобы подвергал экстрасенса-индуктора дополнительному действию нового физического поля, названного «спиновым». По утверждению Акимова, это поле образовывало «шнуровой» канал и переносило ментальную информацию без затухания с расстоянием и без поглощения промежуточными средами. Акимов объявил об открытии идеальной связи — строго адресной, то есть не подверженной перехвату, всепроникающей, безграничной и, как утверждалось позднее, мгновенной.

Официальные ведомственные отчеты это достижение не подтверждали, что не помешало дальнейшему развитию темы «спиновых» полей, приведшему в 1987 году к секретному постановлению правительства о всемерном развитии «спиновых» технологий и «биоэнергетики» (не путать с биоэнергетикой без кавычек — серьезной отраслью биологии, изучающей превращения энергии в живой клетке. — *Примеч. ред.*). В эту деятельность были вовлечены сотни людей из десятков оборонных отраслевых учреждений и даже из некоторых академических институтов. В начале 1991 года дело получило огласку и подверглось разбору в АН СССР и в Комиссии по науке Верховного Совета, после чего «Центр нетрадиционных технологий» при Государственном комитете по науке и технике был немедленно расформирован.

Продолжение следует?..

Потеряв официальную должность, Акимов тут же нашел свое место в новом мире венчурных предприятий, сохранив связи и поддержку спецструктур. С тех пор о секретности было забыто, и начался период интенсивных попыток выхода на рынок с чудодейственными генераторами «торсионных» (они же «спиновые» и «микрелептонные» — терминология постоянно мутировала) то ли полей, то ли излучений. Поскольку ни одно из многих десятков широкообещательных обещаний в области оборонной и гражданской техники не было выполнено (и не могло быть выполнено — попросту ввиду отсутствия этих всемогущих полей!), то для компании Акимова остался лишь один гарантированный участок рынка, не подразумевающий объективных доказательств действенности, — целительство.

Через СМИ (включая респектабельные «Известия», см., например, об этом реплику автора в номере «Известий» от 26 сентября 1997 года, раздел «Резонанс») стали распускаться слухи о разработанном в недрах старого КГБ могучем «психотронном» оружии на основе тех самых полей, какое оружие можно, при желании, обратить во благо. В Интернете появилась реклама «торсионных генераторов», облегчающих практически любую хворь по доступной цене: около тридцати долларов для россиянина и по сотне для иностранцев. Заметим мимоходом, что пользы от этих муляжных генераторов столько же, сколько от любых других амулетов. Так же обстоит дело и с вредом — будучи объективно бесполезными, они внушают людям надежду и удерживают их от обращения к врачам.

Мы не знаем, как идут дела в этом бизнесе. Но мы знаем, что компания Акимова этого мало и она непрерывно пытается снова присосаться к госбюджету. В газетах постоянно появляются интервью Акимова, его обещания решить энергетическую проблему с помощью генераторов энергии из вакуума или завоевать космос с помощью безопорных двигателей. Незадолго до нового 2002 года по телевидению сообщалось, что подобный проект лежал на столе в правительстве.

Остановимся на некоторых характерных особенностях этой масштабной аферы. Во-первых, в отличие от сходной по масштабу аферы Лысенко, эта развивалась преимущественно под грифом «совершенно секретно», что выводило ее из-под научной критики. Второе отличие в том, что вся эта деятельность не имела почти никакого материального выражения (кроме, по-

жалуй, выпущенной в конце 80-х годов серии муляжных генераторов торсионного поля, которые навязывались оборонным НИИ с предписанием исследовать их воздействие на все, что придет в голову) и имела чисто бумажное воплощение в виде отчетов.

Ввиду отсутствия необходимости, фигуранты этой деятельности не озаботились даже фальсифицированной демонстрацией достижений, ограничиваясь баснями в высокопоставленных закрытых аудиториях. Там всех устраивали заявления вроде такого: «Как известно, прототип торсионного генератора энергии с КПД 1000% при мощности 400 Вт несколько лет без прерыва проработал на кафедре энергетики МГУ». При этом могла называться фамилия заведующего кафедрой. Излишне говорить, что при проверке подобного «известного факта» никаких концов найти было невозможно. Широко использовались ссылки на научные авторитеты. Так, в отчетах в качестве союзника постоянно указывали знаменитого математика академика Н.Н.Боголюбова. На запрос о мере его участия сам Боголюбов заверил, что он никогда не слышал ни о чем подобном. (Справедливости ради надо сказать, что в отчетах Акимов встречались и подлинные подписи уважаемых людей. Объяснялось это просто — Акимов хорошо платил почтенным контрагентам, а секретность прикрывала грех беспринципности.)

Наконец, третья особенность этой лженаучной эпопеи — ее выраженный коммерческий уклон, что для лженауки прошлого не слишком характерно: раньше побудительным мотивом были прежде всего слава и власть. Похоже, что и в упомянутой выше современной истории с академиком А.Т.Фоменко на первом месте также стоят коммерческие интересы — его сенсационные книги расходятся огромными тиражами.

Военные астрологи

Вторым масштабным проявлением современной лженауки, также не без государственной поддержки, стало прорицательство. Газеты публикуют астрологические гороскопы и рекламу услуг ясновидцев, и это выглядит как достаточно невинное массовое развлечение с привкусом ретро. Ввиду полной абсурдности астрологии серьезная наука практически не занимается ее разоблачением. Однако время от времени появляются сообщения, что астрологические прогнозы используют при выработке государственных решений, включая вопросы войны и мира. При этом старушка астрология использует

«макияж», мимикрируя для убедительности под современную науку.

В апреле 2002 года в Военно-морской академии в Санкт-Петербурге проводились официальные заседания комиссии, состоящей из военных и научных экспертов. Все они были призваны оценить метод предсказания природных и техногенных катастроф профессора А.Н.Синякова, использующий в качестве входных данных только текущие координаты планет Солнечной системы! Профессор Академии авиационного и космического приборостроения претендует на открытие нового явления: «локального геофизического резонанса». Сущность явления комиссии раскрыта не была ввиду затруднений с пониманием таковой самим профессором, но предположительно связывалась им с загадочным «возбуждением физического вакуума», вызванным движением планет. «Возбуждение вакуума» якобы приводит к нестабильности атомных ядер, молекул, кристаллов и провоцирует катастрофы, в том числе наводнения, землетрясения и тайфуны. Профессор относит 90% мировых катастроф на счет открытого им рокового влияния планет! Несмотря на вопиющую бессмысленность этой идеи, она была рекомендована комиссией (хотя отнюдь не единогласно и с рядом оговорок) для дальнейшей разработки: автор идеи сулил широкие перспективы снижения аварийности в авиации, на флоте и в народном хозяйстве. Горячими сторонниками Синякова на комиссии выступили военные астрологи А.С.Бузинов, прославившийся предсказанием — задним числом — аварии подводного атомного ракетносца «Курск», и его сын А.А.Бузинов, сотрудник НИИ прикладных проблем при Президенте РФ. «Метод» Синякова уже пропагандируют СМИ, и, по видимому, его будут финансировать оборонные ведомства.

Гравитационные биополя

В заключение коснемся направления в лженауке, которое связано с «таинственными» явлениями психики, объединяемыми термином «парапсихоло-

гия». Сюда относятся широко известные мифические, то есть реально не существующие явления: медиумизм, ясновидение, телепатия, телекинез, телепортация, левитация и пр. (Известные и при этом несуществующие — это не оговорка. Хорошо известны, например, черти, русалки, кентавры, сирены и т. д.) Вера в эти «феномены» самовоспроизводится из поколения в поколение, поскольку так же свойственна человеческой природе, как сны или головная боль. Буквально каждый слышал в своей жизни внутренний голос, мысли ближнего или ясно предвидел будущее. Но немногие способны трезво проанализировать свои чувства и проследить рациональные истоки соответствующих aberrаций восприятия — как говорят, устоять против искушения мистикой.

Мифичность указанных явлений выражается, к примеру, в том, что их реальность продолжает вызывать споры столетие за столетием. Попытки же их объективной регистрации неизменно оказываются тщетными ввиду невозможности восприятия. Это неудивительно, поскольку они представляют собой фантомы психики — следствия обмана, самообмана, внушения или самовнушения.

Как уже отмечалось, в шестидесятые годы XX века имел место ренессанс верований в парапсихологию. Ветхозаветные колдуны и ведьмы были переименованы в экстрасенсов и подверглись инструментальному изучению (как, впрочем, это делалось еще полтора столетия назад). В СССР последовательный поиск гипотетического «биополя» экстрасенсов, якобы ответственного за все чудеса, был предпринят в семидесятые годы по инициативе академика Н.Д.Девяткова в Институте радиотехники и электроники в лаборатории Ю.В.Гуляева (ныне академик РАН). Одним из субъектов исследования была известная аферистка Нинель Кулагина, публично демонстрировавшая до того чтение текстов в заклеенных конвертах, воздействие взгляда на стрелку компаса и многие другие чудеса. (Ее неоднократно уличали в мошенничестве, но, как всегда, это не всех убеждало. Энтузиасты па-





ДИСКУССИИ

рапсихологии предполагали, что она все же обладает сверхъестественными способностями, но эти способности ее иногда оставляют и тогда она вынуждена прибегать к обману.)

В конце концов исследователи пришли к вполне очевидному выводу, что никакого специфического биополя не существует. Человек является источником естественных физических полей — электромагнитного (главным образом, тепловой природы), полей издаваемых им звуков и запахов, очень слабого квазистатического магнитного поля, связанного с биением сердца, с кровотоком и электрическими токами нервной системы. (О гравитационном поле человека говорить не приходится — оно необнаружимо мало.) Никаких особых свойств у «ведьмы» так и не было найдено. Это не помешало ее славе, и впоследствии она морочила голову остепененным простакам в ЛИТМО — в ленинградском Институте точной механики и оптики. Там, в частности, она продемонстрировала способность взглядом или поднесением руки изменить направление лазерного луча!

Физика веры

Сегодня в России наблюдается очередная всплеск массового интереса к «паранормальным» явлениям. Развилось целое псевдонаучное направление, называемое «биоэнергетикой» или «биоэнергоинформатикой», в котором причудливо сливаются наукообразные басни о торсионных полях, парапсихология, астрология и элементы различных религиозных культов. Представление об этом диком сплаве может дать одиозная монография под названием «Физика веры» (авторы В.Ю.Тихоплав и Т.С.Тихоплав, издательство СПб. «Добрые Вести», 2002), на обложку которой вынесена ключевая цитата: «Когда над свечой читают молитвы, звуковые вибрации вызывают колебания плазмы, и она переводит их в торсионные волны, которые восходят к Богу».

Впрочем, список подобной литературы нескончаем. Укажем еще лишь на один монографический сборник статей, претендующий на сугубую научность («От эффекта Кирилан к биоэлектро-

графии» под редакцией К.Г.Короткова, издательство «Ольга», СПб, 1998). Он интересен тем, что в нем продолжена традиция инструментального исследования «колдунов». Профессор того же ЛИТМО (ныне СПбГИТМО) К.Г.Коротков изучает «таинственные» способности печально знаменитого А.В.Чумака, который фигурирует в качестве исследователя! Книга производит крайне тягостное впечатление. Главный редактор и автор большинства статей в сборнике, называющий себя физиком, занимается газоразрядной визуализацией «ауры», всерьез пишет о «Верховном духе» и «Тонком мире», верит в медиумизм и изучает «таинственный фактор Х» записного шарлатана, «заряжавшего» своим «биоэнергетическим полем» воду на столе телезрителей. И все это густо замешивается на наукообразной фразеологии. Чего стоит, например, заявление о том, что в биологическом организме когерентны акустические, электромагнитные и гравитационные (!) поля. Впрочем, если начать цитировать нелепости из этой книги, то придется ее переписать наполовину. Надо отдать должное профессору Короткову — часть представленных им экспериментальных данных говорит сама за себя, демонстрируя основной метод получения позитивных результатов в парапсихологических опытах — тенденциозная выборка из последовательности случайных событий или тенденциозная трактовка шумовых записей.

Противодействие

Лженаука сопутствует науке с начала существования последней и не обнаруживает никаких тенденций к увяданию. Ее темы, бесчисленное число раз разоблаченные и осмеянные, неизменно возрождаются в подновленном виде, как это прекрасно видно на примере астрологии. Коренясь в свойствах человеческой природы, лженаука, по-видимому, так же принципиально непреодолима, как преступность или наркомания. Тем не менее, как и в последних двух случаях, общество в целях самосохранения должно бороться с этим явлением.

Разумеется, в демократическом обществе ни о каких запретах в сфере

убеждений речь идти не может. Никто не может препятствовать гражданину свободной страны в его желании быть обманутым прорицателями или псевдоцелителями (хотя в последнем случае государственный надзор все же необходим). Но никто не вправе отнимать деньги налогоплательщиков для оплаты заведомо бессмысленных проектов.

Именно на этих позициях стоит Российская академия наук, образовавшая при своем президиуме Комиссию по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований. Комиссия ставит своей задачей прежде всего положить конец прошлой практике бесконтрольного финансирования лженауки государством и с этой целью добивается неперемнной официальной экспертизы любых масштабных государственных проектов в области науки и техники. РАН ни в коей мере не претендует на исключительное право проводить подобные экспертизы. Естественно подключить к ним все существующие в стране научные силы — высшую школу, научные общества и отраслевую науку, а в случае необходимости и международные научные ресурсы. Другая задача Комиссии — ознакомление общества с мнениями специалистов РАН (как организации, наиболее интегрированной в мировую науку) о том, что пишут средства массовой информации про новости и достижения науки и техники. И в этом деле РАН не претендует на монополию. В России уже действует Российское гуманистическое общество (РГО), которое ставит перед собой сходные задачи в области просвещения и противодействия лженауке. Оно, в частности, провело в 2001 году международный симпозиум «Наука, антинаука и паранормальные верования» (в кооперации с РАН и МГУ). Отчет о нем можно прочитать в журнале РГО «Здравый смысл», № 1 (22) за 2002 год.



Публикация в февральском номере «Химии и жизни» за 2002 год отрывков из книги В.В.Налимова не прошла незамеченной. Сегодня на наших страницах — отклики читателей.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Вера и Знание

Прочел во втором номере «Химии и жизни» за этот год статью В.В.Налимова «Жизнь и смерть» и решил вам написать. Налимова я могу причислить к своим учителям — если не в математике, то уж в философии точно. Близко я с ним не общался, встречался лишь однажды, но труды его произвели на меня в свое время очень сильное впечатление и в огромной степени способствовали формированию моих взглядов — прежде всего тем, что помогли избавиться от ходячих философских стереотипов. Правда, с сожалением видел и вижу, что сам Налимов от всех этих стереотипов до конца освободиться так и не смог.

Тому подтверждение — статья в «Химии и жизни». Банальное морализирование вместо хладнокровной мудрости, приятное парение мысли, не связанной постылыми узлами логики и

смысла, вместо дотошного и кропотливого научного анализа — все это потеснило былую необыкновенную глубину и пронзительность одного из выдающихся философских умов нашей эпохи, каким для меня был и, несмотря ни на что, останется Налимов. В общем, и эта статья, и комментарий к ней вряд ли дают и могут дать наилучшее представление о его идеях и мотивах.

О цели моего письма. Я думаю, редакцию «Химии и жизни» и читателей журнала мало интересует мое мнение о Налимове, а мои философские взгляды — и того менее. Но об одной упорно повторяющейся в популярной литературе философской неточности я хотел бы здесь поговорить и надеюсь, что мои слова заинтересуют хотя бы автора комментария к статье Налимова. Он, как я понял, математик, и ему повторять явные математико-философские неточности не стоит. Речь пойдет о теореме Геделя, о которой в популярной литературе было выдано достаточно много «перлов». Можете представить себе мою досаду, когда часть этих перлов я обнаружил и в статье Налимова, и в комментарии к ней.

Итак, Налимов считает, что теорема Геделя является ограничительной для научного знания, а автор комментария утверждает, будто она строго математически доказывает, что абсолютная истина недостижима.

М-да. Начнем с формулировок этой самой теоремы; одна из них (см., например, книгу Р.Л.Гудстейна «Математическая логика») гласит, что теоретико-числовая арифметика неполна. Тут прежде всего следует сделать некоторые пояснения, поскольку есть подозрение, что для многих людей, философствующих на тему теоремы Геделя, полная или неполная логическая система — это что-то вроде бочки, полной или не полной воды.

Но обратимся к указанному выше источнику. Согласно ему, в математической логике полнота системы — это выводимость ее универсально-общезначимых предложений из определенного набора аксиом. И только. Если учесть, что таковыми предложениями служат в основном самые банальные утверждения (например, тавтологии), то легко понять, почему у Гильберта, одного из величайших математиков всех времен и народов, не сработала профессиональная интуиция (он ведь считал арифметику полной).

Действительно, нужна была какая-то патологическая фантазия, чтобы вообразить, будто среди фраз, принадлежавших известному чеховскому герою, вроде «этого не может быть, потому что этого не может быть никогда», не найдется и такая, которую невозможно ни доказать, ни

опровергнуть. Гедель был не писателем, а математиком, но и его интуиция подвела — когда Гильберт предложил Геделю доказать полноту арифметики, тот с жаром принялся за дело и лишь потом выяснил, что в действительности имеет место прямо противоположное утверждение. Но эта не столь давно доказанная теорема — любопытная вещь, поскольку представляет собой математический парафраз «парадокса лжеца»: Гедель, в сущности, обобщил этот парадокс на случай произвольной логической системы.

В обычной классической логике «парадокс лжеца» (некто всегда лжет; лжет ли он, когда говорит, что лжет?), в основе которого лежит существование недоказуемых определений, был известен с античных времен, но никак не повлиял на веру в мощь формального разума. Также не повлияли на эту веру и апории Зенона Элейского, в основе которых лежит существование в мышлении несравнимых семантических категорий.

Таким образом, теорема Геделя доказывает, что полнота и непротиворечивость в рамках одной логической системы не сочетаются. Почему же кое-кто из эстетов от философии усмотрел в этом не свойство логики, а некий ее дефект? Это скорее психологическая, нежели логическая загадка. Мы же не считаем дефектом арифметики невозможность деления на ноль!

Да, формальное мышление не позволяет довести свою «формальность» до абсолюта. Но это просто потому, что мышление, духовная деятельность человека — как познавательная, так и эмоциональная — всегда имеют два аспекта, формальный и неформальный. Это два краеугольных камня нашего восприятия мироздания, и упразднить один из них — все равно, что уничтожить один из берегов реки.

Так что ни классические логические парадоксы, ни их современный аналог, теорема Геделя, никаких ограничений на научный прогресс не налагают. Они лишь указывают, что логика как инструмент формальной части познания — штука нетривиальная и обращаться с ней как попало нельзя.

Исторически теорема Геделя положила конец попыткам полностью формализовать математику. Но это только доказывает, что в преследовании абсурдных целей логика — не помощник. Хотя математика и представляет собой науку о формах и формализациях, формализовать ее на все сто процентов в принципе невозможно.

Истинен ли субъективный образ мира? Ограничены ли наши возможности воздействовать на него? Ни одна логика не может ответить на эти вопросы. В любом случае такие ответы — предметы Веры, а не Знания. То есть мы имеем не «кризис познания», а закономерный крах погони за абсурдной целью.

Доктор физико-математических наук

В.Б.Злоказов (Дубна)

Так ли все плохо?

Как редко в нынешнее время удается найти по-настоящему умную книгу среди удушающей лавины низкопробной литературной продукции! Как глоток воды из чистого родника я воспринял отрывки из брошюры покойного профессора МГУ В.В.Налимова (1910–1997) «На грани третьего тысячелетия: что осмыслили мы, приближаясь к XXI веку», опубликованные в № 2 «Химии и жизни» за прошлый год,

Непросты вопросы о жизни и смерти, которые задает автор; еще сложнее найти ответы на них. Главная же ценность книги заключается в том, что она буквально принуждает читателя думать о том, что ему еще вчера и не приходило в голову. Причем автор не пытается встать в позу всезнающего мэтра и не скрывает сомнений в незнании многих ответов. Быть может, именно поэтому столь трагично волнующе его восприятие проблемы: он понимал, что не сможет (или не успеет) найти нужные слова для того, чтобы правильно выразить свои мысли.

Очень жаль, что мне не удалось прочесть это сочинение полностью: в нашей библиотеке его, естественно, нет...

Однако по существу некоторых проблем, затронутых автором, у меня возникли некоторые (быть может, необоснованные) возражения, и я хочу ими поделиться с читателями «Химии и жизни». Вопросы, обсуждавшиеся Налимовым, из разряда вечных. Именно веками человечество искало на них ответы и находило их в меру развития сознания и общества и в зависимости от задач, стоявших перед отвечающими.

Если говорить о христианстве, то оно дало ответ, который заключается в том, что все происходит по воле Божьей. То есть смысл всего, происходящего с человечеством, ведом только Всевышнему, а нам следует лишь молиться и не грешить. Иные мировые религии отвечают на этот вопрос примерно так же: вера в единого Бога и высшую справедливость дает многим утешение в нашем жестоком мире.

Но с точки зрения науки этот ответ вызывает сомнения. Что такое Высший разум (обычно именуемый Богом)? Он кто — экспериментатор, а мы вроде подопытных кроликов? (Напомним, что Налимов называл историю «космическим экспериментом». — *Ред.*)

У Налимова несколько неясно изложена связь между Космосом и нашей сегодняшней реальностью, хотя в целом нельзя не согласиться со взглядом автора на все происходящее в нашем обществе. Однако причина этого сформулирована не просто неожиданно, а странно и непонятно.

Нельзя сомневаться в том, что интерес к проблеме жизни и смерти существовал всегда, но вот с тезисом о том, что эта проблема не решена, можно поспорить. Она решена в биологии: смерть есть необходимое условие эволюции, а следовательно, и жизни; она решена и некоторыми философами, считающими смерть необходимым атрибутом жизни. Налимов сам признает, что это два аспекта одного и того же явления: противоречия друг другу, они составляют диалектическое единство.

То же самое можно сказать и о взаимоотношении материи и сознания; поэтому не стоит укладывать наше знание о Мирах в некую жесткую терминологию. Следуя за материалистами, можно сказать, что ментальное есть свойство материи и не существует вне нее. Да и действительно, трудно вообразить себе нечто нематериальное, Дух в чистом виде!

Но в любом случае ментальное должно как-то взаимодействовать с материей (скажем, с мозгом) — ведь его материальность никто не отрицает. Иначе говоря, хотя ментальное и идеальное противоречат друг другу, они составляют диалектическое единство, не могут друг без друга существовать, и потому нет необходимости говорить об одухотворенности материи. Материя, будучи косной, может стать одухотворенной только в том случае, если будет определенным образом организована. То есть не существует четкой грани, отделяющей ментальное начало от материального.

Опыты С.Грофа с LSD не способны служить доказательством самостоятельности ментального, ибо галлюцинации, вызванные химическими веществами, представляют собой продукт деятельности совершенно расстроенного мозга, работающего бессистемно и беспорядочно. Интерпретация галлюцинаций, даваемая Грофом, может быть совершенно фантастической. Весьма сомнительно и утверждение, что наука и психиатрия не могут сказать тут ничего. По-моему, на этот счет и у ученых, и у врачей во всем мире существует совершенно однозначное мнение: так называемые психоделики (к которым, в частности, относится LSD) признаны опасными наркотиками и запрещены к употреблению даже в медицинских целях.

К величайшему сожалению, логика науки формировалась под жестким воздействием борьбы идеологий, и мы до сих пор навешиваем ярлыки на явления природы, истолковывая их всякий раз в соответствии с нашими сиюминутными воззрениями. Сейчас, впрочем, стал заметен отказ от этой тенденции, и в печати появляется все больше и больше публикаций, в которых Вселенная рассматривается как единое целое. Об этом свидетельствует удивительная и странная работа Налимова.

В данный момент наше знание о природе никак не может считаться окончательным: оно постоянно изменяется по мере открытия новых фактов и связей между ними, и если в одной области наши знания подвергаются сомнению, то в другой области они становятся более отчетливы-

ми. Это и есть свойство науки — приводить наше знание не к размытости общей картины Мира, а к возникновению новых вопросов более высокого уровня. И этот процесс бесконечен, как утверждает известная теорема Геделя о неполноте аксиоматического описания. Ее можно понять так: абсолютной истины не существует. Так, например, произошло с определением уровня сознания: основатель этологии Конрад Лоренц убедительно доказал, что поведение животных определяется не только условными и безусловными рефлексами, но во многих отношениях носит личностный характер.

Не могу согласиться с Налимовым и в том, что в глубинах сознания страх смерти тяжело мучает человека, и по-прежнему с тем, что этот «тяжелый недуг» оказывает определяющее негативное влияние на всю культуру, в том числе и на науку. Конечно, умирать никому не хочется, но коль скоро смерть представляет собой неотъемлемое свойство жизни, то желание жить вечно имеет не философский, а биологический характер.

Болезнью науки следует считать то, что она разделена на множество дисциплин, которые рассматривают Вселенную через узкие щели, мало взаимодействуют друг с другом и подчас по-разному решают одни и те же проблемы. Конечно, время энциклопедистов прошло, но то, что Налимов сделал попытку найти некие обобщения, вызывает огромное уважение.

К примеру, это касается обращения к квантовой механике и, в частности, к существованию нелокальности. К тому, что сказано в брошюре, можно добавить следующее. Очевидно, что если судьба каждой частицы связана с судьбой всего Космоса, то должно быть справедливым и обратное утверждение: каждая частица влияет на весь Космос, что вовсе не тривиально. Это значит, что все процессы во Вселенной синхронизированы, связи даже между весьма удаленными частицами вовсе не эфемерны, не умозрительны.

Вызывает возражение и взгляд автора на связь физических констант с существованием Вселенной. Не имея возможности полемизировать с покойным ученым, приведу лишь цитату из произведения, принадлежащего перу известного английского астронома Ф.Хойла: «Мы знаем, что Вселенная построена в соответствии с некоторыми основными законами природы, которые постигает или пытается постичь наша наука. Мы склонны к некоторому зазнайству, когда <...> говорим, что Вселенная построена логично с нашей точки зрения. Но это то же, что запрягать телегу впереди лошади. Не



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Вселенная построена логично с нашей точки зрения; это мы и наша логика развились в соответствии с логикой Вселенной. Таким образом, можно сказать, что разумная жизнь есть нечто, отражающее самую суть строения Вселенной <...>. Мы построены по принципам, которые вытекают из общего устройства Вселенной».

Очень интересен вопрос о реинкарнации. Однако вряд ли стоит для объяснения этого явления становиться на позиции индуизма. Несколько наивно объяснять вспышки религиозности реинкарнационными эффектами; в связи с этим не откажу себе в удовольствии процитировать св. Августина, жившего во II—III вв. нашей эры. Он писал: «Едва лишь принадлежность к церкви христианской сделалась полезной для положения человека в государстве, как многие недобросовестные бросились к святой купели!» Эти слова вполне справедливы и в настоящее время...

В печатляют мысли автора о человеческой культуре. Но думаю, что одряхлела не сама культура, а ее оболочка, сотканная из множества идеологий, религий, заблуждений, мистики, ошибок и находок, и все это перепуталось, переплелось и должно быть сброшено, как змеиная кожа. Для этого нужна смелость — не только научная, но и гражданская; нужны люди, которые однажды прибудут к вратам храма культуры свой манифест.

Вспомним историю: после мрачной поры средневековья наступила эпоха Возрождения, однако на это потребовались десятилетия. История медлительна, но ее нельзя подгонять кнутом и заставить нестись вскачь. Чем кончаются подобные эксперименты, мы лучше других узнали на собственной шкуре. Но не стоит надеяться и на то, что все образуется само собой. Поэтому мысли Налимова можно считать первыми шагами к новой эпохе Возрождения.

Р.В.Ушаков

гор. Зеленогорск
Красноярского края



Люди, бактерии, фаги: ТОНКОСТИ СОВМЕСНОЙ ЖИЗНИ

В последнее время возродился интерес к изучению генетики, геномики и эволюции бактериальных вирусов — бактериофагов (или просто «фагов»). В мартовском номере «Химии и жизни» за прошлый год мы рассказали об использовании фагов для борьбы с бактериальными инфекциями. Но есть и другая причина, по которой врачи и ученые интересуются фагами: множество новых данных, свидетельствующих о том, что фаги могут вызывать появление новых патогенных бактерий и, следовательно, новых заболеваний. Теперь мы иначе понимаем значение фагов в природе — они не просто самые мелкие хищники, а переносчики генетической информации.

Как они это делают

Умеренные фаги (далее речь пойдет именно о них), в отличие от вирулентных, могут выбрать один из двух путей развития, литический или лизогенный — то есть убить зараженную бактерию или сосуществовать с ней. Во втором случае, как правило, фаг внедряет свой геном в те или иные участ-

ки бактериальной хромосомы. При этом гены фага остаются неактивными благодаря действию особого белка — репрессора. Геном фага становится профагом и копируется вместе с бактериальной хромосомой. Однако если репрессор по той или иной причине перестает действовать, происходит индукция профага — геном фага вырезается из хромосомы, и начинается литический цикл.

Так вот, при неточном вырезании может получиться фаг, утративший часть собственных генов, но зато прихвативший некоторые из генов хозяина, прилежавших к левому или правому концу профага. Если при этом фаг потерял не слишком важные гены, то он способен нормально развиваться и, заражая нового хозяина, привносит в него гены, захваченные у предыдущего. Это наиболее распространенный и простой механизм горизонтального переноса генов — специализированная трансдукция.

Горизонтальным переносом называется передача генов или их блоков между разными видами или штаммами бактерий (в отличие от вертикального переноса — передачи генов по наследству). Этот процесс существенно ускоряет эволюцию. Очевидно, что дивергенция — случайные изменения нуклеотидной последовательности гена,





превращающие его в новый полезный ген, — протекает гораздо медленнее.

Фаги могут переносить, например, гены, контролирующие токсины или иные белки, которые влияют на патогенность бактерии. Экспрессия этих генов в новом хозяине называется фаговой (в рассмотренном случае — лизогенной) конверсией, а фаг — конвертирующим. Многократный перенос генов может привести к возникновению патогенных островков (pathogenic islands), которые иногда заметно увеличивают размер генома бактерии.

Вновь возникший после индукции фаг не всегда способен прямо инфицировать клетки нового хозяина. Но есть еще одна возможность: фаговый геном может встроиться в плазмиду — кольцевую молекулу ДНК, умеющую путешествовать из бактерии в бактерию. Многие плазмиды легко преодолевают межвидовые барьеры. Интеграции

конвертирующих фагов в плазмиды способствуют особые последовательности ДНК, также обладающие способностью вырезаться и встраиваться, — мобильные генетические элементы (МГЭ). И наконец, конвертирующими могут стать и фаги-транспозоны (ФТ) — особая разновидность бактериальных вирусов, совмещающих в себе свойства фагов и МГЭ.

Напоследок одно маленькое замечание. Здесь и далее речь пойдет о лизогенной конверсии. Однако не исключено, что и вирулентные фаги, как ни коротко их пребывание в бактерии, могут синтезировать белки, влияющие на макроорганизм, и таким образом изменять течение заболевания.

Гены патогена

Условимся считать патогенными любые свойства бактерий, способству-

ющие их внедрению в макроорганизм, осуществлению патологических процессов, а также препятствующие действию природных защитных факторов или лекарств. В большинстве случаев бактерия становится патогенной, приобретая новые гены, хотя иногда (очень редко) уровень патогенности повышается, напротив, после удаления генов, подавляющих синтез токсинов. У бактерии могут измениться поверхностные компоненты, повысив ее устойчивость к действию антител, макрофагов, антибиотиков, бактериофагов. Появление дополнительной полисахаридной капсулы вокруг клетки механически защищает бактерию от внешних воздействий. Бактерия может также «научиться» синтезировать экзотоксины — яды, действующие на те или иные системы макроорганизма, или специфические белки (интернарины и инвазины), способствующие проник-



новению через клеточные барьеры, в том числе попаданию в кровеносную систему. Некоторые гены бактерий способствуют образованию биофильмов — сообщества-пленки, которые плотно прикрепляются к эпителиальным клеткам и тем самым приобретают дополнительную способность противостоять неблагоприятным факторам. Наконец, один из самых известных примеров — фаги могут переносить гены множественной лекарственной устойчивости.

Доказано, что горизонтальный перенос генов с помощью умеренных фагов порождал новых патогенов в самых разных группах бактерий: возбудителей холеры, различных форм диареи, дифтерии, коклюша, скарлатины, ботулизма, ерсиниозов, спирохетозов, заболеваний, вызванных стафилококками, и других. Для примера мы рассмотрим всего несколько бактерий и фагов: синегнойную палочку *Pseudomonas aeruginosa* и некоторые виды семейства кишечных бактерий. С фагами синегнойной палочки автор работает около 30 лет, и в нашей лаборатории накопилось достаточно наблюдений, прямо связанных с горизонтальным переносом генов и межвидовой миграцией этих фагов. Выбор бактерий семейства кишечных обусловлен прежде всего их важностью в жизни человека. Кишечная палочка, *Escherichia coli*, добропорядочный и очень полезный обитатель толстого кишечника, часто именно вследствие горизонтального переноса генов переходит в токсигенные и патогенные формы. Другой вид бактерий этого семейства, шигеллы, могут вызывать дизентерию (кстати, роль конвертирующих фагов здесь также хорошо установлена).

Человек и бактерия: мир или война?

Синегнойная палочка — условный патоген: она не может существовать в здоровом человеческом теле, а поражает лишь повреждения. Большинство видов умеренных фагов синегнойной палочки способно обмениваться участками генетического материала, прямо подтверждая применимость модульной теории эволюции (эта теория, напомним, утверждает, что новые признаки могут быть результатом не только мутаций, но и обмена генами или блоками генов) и на межвидовом уровне. Среди них есть фаги, филогенетически родственные фагам *E. coli* и других бактерий. Фаги-транспозоны синегнойной палочки *P. aeruginosa* весьма мно-

гочисленны. Изучение этих фагов, принадлежащих к четырем разным видам, выявило модульную структуру их геномов и способность использовать для адсорбции одни и те же рецепторы — пили, маленькие прямые волоски на поверхности бактерий. Пили содержат адгезины — вещества, позволяющие бактериям прочно прикрепляться к любым живым и неживым поверхностям и образовывать на них пленки.

Геном фага-транспозона D3112 переносится с помощью гибридной плазмиды RP4::D3112 (четырьмя точками обозначают встройку мобильного элемента в геном) как в бактерии близкородственного вида *P. putida*, так и в неродственные виды, например в кишечную палочку *E. coli*. Но результат совершенно разный. В *P. putida* он ведет себя как обычный умеренный фаг. *E. coli*, получив плазмиду RP4::D3112, перестает делиться при 30°C и быстро разрушается. А при 42°C ее деление и рост происходят нормально, и клетки сохраняют в себе плазмиду с фагом.

Оказалось, что рост *E. coli* со встроенной плазмидой при 42°C обусловлен неактивностью при этой температуре белка транспозазы, контролирующего вырезание и встройку фага-транспозона (хотя ген транспозазы не поврежден, но белок может быть изменен из-за несоответствующего выбора кодонов). Так действует природная генная инженерия: внедрение профага в несвойственного ему хозяина (даже без генов другой бактерии!) приводит к тому, что кишечная палочка с профаговыми генами погибает при одной температуре, но выживает при другой (близкой к температуре тела человека!) Эти дополнительные гены в ходе постепенной дивергенции могут стать активными компонентами генома бактерии.

А что же «родные» фаги *Escherichia coli*? Кишечная палочка — обязательный компонент нормальной микрофлоры здорового человека. Однако иногда после инфекции фагами она претерпевает превращение, как в «Странной истории доктора Джекила и мистера Хайда» — милое создание, верный друг и спутник человека приобретает токсигенность. Белки-токсины (их называют веротоксинами или шига-подобными токсинами) в патогенных штаммах кишечной палочки похожи на токсины дизентерийных бактерий *Shigella*, названных в честь японского ученого Кийоши Шига, открывшего эти бактерии более ста лет назад. Есть несколько разновидностей этих токсинов со сходными структурой и действи-

ем. Любой из них убивает клетку в две стадии: сначала субъединица В токсина присоединяется к трисахариду в составе глюколипидного рецептора Gb3 в мембране клетки эпителия, а затем субъединица А подавляет в клетке белковый синтез. (Запомним эту двухстадийность, чтобы вернуться к ней в конце статьи.)

У разных больных в ходе одной и той же эндемической вспышки можно найти бактерии с профагами, контролирующими разные шига-токсины. Да и сами фаги могут значительно отличаться друг от друга. И наконец, бактерии, которые заражаются фагами, также отличаются между собой (относятся к разным серотипам). В результате появляются возбудители, вызывающие заболевания с разными проявлениями: диарею, геморрагический колит, гемолитический уреми-ческий синдром.

Рассмотрим теперь важные и интересные результаты сравнения последовательности нуклеотидов в патогенном штамме *E. coli* O157:H7 с классическим объектом молекулярной генетики, штаммом K12. Штамм *E. coli* O157:H7 был обнаружен в 1982 году во время вспышки геморрагического колита — впервые распознанного синдрома, при котором наблюдались кровавый понос и сильная боль в животе практически без повышения температуры. У больных не обнаружили ни одного из ранее известных патогенов, которые могли бы вызвать такие симптомы. Эпидемиологический анализ показал, что все заболевшие ели один и тот же мясной паштет, инфицированный бактериями редкого серотипа. Сейчас бактерии этого серотипа чрезвычайно распространились и в ряде случаев могут вызвать системные заболевания со смертельным исходом. Обычные их носители — крупный рогатый скот, свиньи, птица. Находят их и на различных овощах и фруктах, и в воде возле пляжей. Причем, как оказалось, штаммы, выделенные из разных источников, существенно отличаются между собой. Что же лежит в основе такой приспособляемости и разнообразия?

Последовательности нуклеотидов размером 4,1 миллиона пар нуклеотидов в геномах у лабораторного штамма K12 и у патогена O157:H7 очень сходны: принято считать, что это и есть характерный для всего вида *E. coli* геном. Но хромосома штамма O157:H7 содержит дополнительно еще около 1,4 миллиона пар нуклеотидов. Именно там находятся патогенные островки, причем около половины этого доведка составляют 24 (!) фаговых генома. Эта

область кодирует примерно 1600 белков, которых нет у K12 (из них для 131 уже доказана связь с вирулентностью штамма), и 20 транспортных РНК. (Напомним, что молекулы тРНК служат «мостиками» между информационной РНК и белком, устанавливая соответствия между нуклеотидными триплетами и аминокислотами в процессе синтеза белковой молекулы.) Дополнительные тРНК, которых нет у нормальной *E. coli*, нужны патогенной форме именно для обеспечения эффективной экспрессии новых генов, как свидетельствует анализ использования триплетов в обычных и «благоприобретенных» генах. Иными словами, зловередные гены были привнесены бактериофагами из бактерий, имеющих иную частоту триплетов — скорее всего, совершенно других видов.

Упомянем еще одну почти детективную историю, последние страницы которой пока не дописаны. Этиологически неясное заболевание, так называемый синдром внезапной смерти новорожденных (английская аббревиатура — SIDS), в последнее время стали связывать с инфекцией детей внутрибольничным штаммом *E. coli*, вырабатывающим токсин курлин. Этот токсин образует особые клеточные поверхностные структуры, «курчавые волоски» (отсюда название), и обладает высокой адгезивной активностью — он способен связывать белки крови, что вызывает шок у лабораторных животных. Заметим, что синтезировать курлин могут и другие виды бактерий семейства кишечных бактерий. Было бы интересно выяснить роль бактериофагов в распространении его гена.

Попробуем подвести итоги

1. Между патогенными бактериями и родственными им непатогенными вариантами существует перенос генов, который выполняют умеренные бактериофаги, плазмиды и мобильные генетические элементы. Это приводит к возникновению новых возбудителей.

2. Вновь возникший штамм несет патогенные признаки, проявление которых (то есть особенности протекания заболевания) зависит и от генетической структуры бактерии-носителя, и от генетической структуры конкретного фага-переносчика, и от реакции макроорганизма.

3. Ни для вирулентных, ни для умеренных фагов до сих пор не решен вопрос о возможности патогенного или токсического действия продуктов, кодируемых собственными генами фага. Ссылки на отсутствие явно негативных эффектов при использо-

вании фаготерапии не слишком убедительны. Во-первых, они касаются только вирулентных фагов, во-вторых, на фоне болезни такой эффект может пройти незамеченным.

Кому-то из читателей покажется, что рассмотренные случаи, при всем их многообразии, — некая частность, курьез микромира. Приведем еще два аргумента, чтобы показать, как опасно недооценивать роль фагов.

Многие умеренные фаги являются индуцибельными — их гены можно активировать с помощью внешнего воздействия. Так, облучение солнечным светом стимулирует синтез холерного токсина в случае фага *Vibrio cholerae*, а применение некоторых антибиотиков, например широко используемого сейчас ципрофлоксацина, — синтез шига-токсинов. Стимуляция отмечена как *in vitro*, так и *in vivo* и происходит, очевидно, за счет увеличения числа копий фагового генома (примерно в 10 000 раз). Таким образом, применение антибиотика может резко ухудшить течение заболевания, если думать только о бактерии и забыть о фаге.

Но не исключено, что инфекционные болезни — не единственный «подарок» фагов человечеству. Возможно, существует канал для генетического обмена между фагами и макроорганизмами. Некоторые фаговые гены кодируют продукты, сходные с продуктами самых разных микро- и макроорганизмов, и это все чаще связывают с прямым захватом фагом этих генов у соответствующих организмов. Хороший пример на сей раз дает не умеренный, а вирулентный фаг — гигантский бактериофаг fKZ, активный на *P. aeruginosa*. Родственные ему фаги, образующие не менее трех видов, часто встречаются и в природе. Среди их белков много в разной степени сходных с продуктами не только патогенных бактерий (например, *Haemophilus influenza*, *Listeria murrayi*, *Campylobacter jejuni*, *Mycoplasma hominis*, *Vibrio cholerae*, *Rickettsia prowazekii*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Chlamydia trachomatis*, *Caulobacter crescentus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimur-*

rium), но и эукариотов — мыши, крысы и человека. Часть этих белков выполняет функции, связанные с метаболизмом ДНК, процессами транскрипции и трансляции генома фага. Однако, поскольку у этого фага функция более 200 генов из 306 обнаруженных остается неизвестной, нельзя исключить, что некоторые гены с неизвестной функцией могут кодировать вредные продукты. Окончательный вывод делать рано, кроме разве что самого общего: многое в наших взаимоотношениях с фагами еще остается тайной.

Изменчивая бактерия — материал или архитектор?

До сих пор не вполне ясно и другое: что же такое — патогенные бактерии, возникают ли они случайно или по определенному закону, пока нам не известно. Есть два мнения. Согласно одному из них, патогены происходят от бактерий-комменсалов (напомним, что комменсализм — разновидность симбиоза, при которой один партнер полностью отказывается от связей с внешним миром, предоставляя их другому, причем гость не приносит хозяину заметной пользы или вреда) вследствие неких случайных событий с участием переносчиков генов: фагов, плазмид и МГЭ.

Действительно, известно, что некоторые гены патогенности могут присутствовать и в геномах комменсалов, которым эти гены помогают выживать в их собственной нише, например в кишечнике млекопитающих. Ведь до сих пор не вполне ясно происхождение генов токсинов и их реальное значение. Читатели «Химии и жизни», несомненно, помнят гипотезу, которую предложил в № 11 «Химии и жизни» за прошлый год В.П.Скулачев, — токсины (например, дифтерийный) могут быть зачем-то нужны самому макроорганизму. Возможно, эта гипотеза покажется менее экзотичной, если вспомнить предположение, высказанное недавно А.С.Нейшем («Microbes Infect.» 2002, т.4(3), с.309—317): токсины могли быть производными



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

белков бактерий-комменсалов, которые помогали тем удерживаться в макроорганизме. (Интересно рассмотреть с этой точки зрения двустадийный механизм действия шига-токсинов, о котором мы рассказывали выше. Что, если безобидная первая стадия и убийственная вторая — это два этапа эволюционного процесса, превратившего симбионта в агрессора? Но разумеется, это предположение требует дальнейших подтверждений.)

Согласно другому мнению, патогены возникают не случайно, а закономерно, и существует генетический механизм, регулирующий и направляющий их совершенствование и распространение. То есть патогены рассматривают не как причуду эволюции, а как особую группу живых существ, которые лучше всего приспособлены именно к обитанию в макроорганизме и «целенаправленно» защищаются от неблагоприятных воздействий со стороны хозяина, в том числе модифицируя свой геном.

Исходя из того что природа, в отличие от человека, глупостей не делает, я склонен принять, что патогенные бактерии — не случайность и не каприз, а особый фактор эволюции. Тогда появление патогенов с новыми свойствами — тоже не случайность, а реакция на стресс, возникающий тогда, когда бактерии не могут существовать по-прежнему в облюбованной ими природной нише — в макроорганизме. (Пример — введение в медицинскую практику нового лекарства.) Значит, механизм ответа на стресс должен быть заложен в генетической структуре патогенов. Можно предположить, что эволюционные изменения запускает система сенсоров, настроенных на восприятие каких-то особых условий в многоклеточном организме. Такие системы в принципе известны. Скажем, *P.aeruginosa* при нехватке ионов железа образует многие факторы вирулентности, в том числе сидерофоры, экзотоксин, протезазы и гемолизин. Вообще при голодании хозяина по железу у нее увеличивает-ся выражение примерно 120 генов в 5

раз, а выражение примерно 90 генов во столько же раз уменьшается, хотя какова функция большинства этих генов — остается неясным. Хорошо изученная, вошедшая в учебники система SOS-ответа бактерий на неблагоприятные воздействия тоже ведет к индукции профагов.

Здесь можно вспомнить, что и патогенный штамм кишечной палочки, о котором шла речь выше, не возник «из ничего» в момент начала эпидемии, а, скорее всего, существовал очень долгое время. Приобрести более 29 профагов и лишней миллион пар нуклеотидов за короткий срок невозможно — это вам не точечная мутация. Очевидно, штамм обитал в кишечнике домашних животных, но активности на человеке не проявлял: до определенного времени мясные продукты вреда людям не приносили. Но на одном из этапов сосуществования этого штамма и животного условия изменились. Возможно, животное получило какой-то антибиотик (их часто добавляют в корма), что и могло стать причиной или индукции какого-то профага, или запуска иной гипотетической системы ответа на стресс). Произшедшее в генетическом аппарате изменение адаптировало патоген к новым условиям и одновременно расширило его норму реакции — эта кишечная палочка стала вызывать заболевания и у людей.

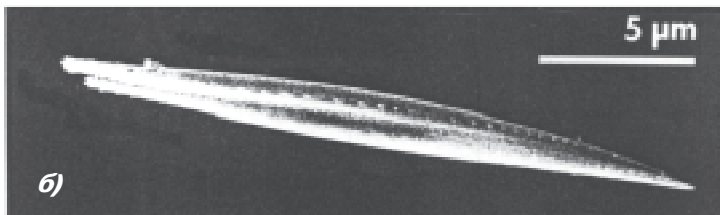
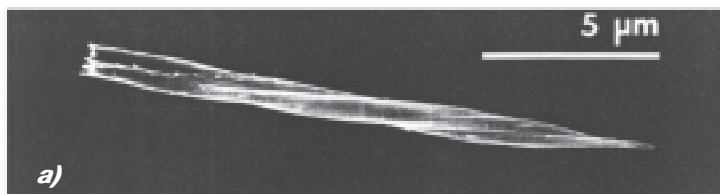
На молекулярном уровне ответ на стресс может быть различным: у бактерий возникают интегроны с кассетами генов устойчивости к антибиотикам, мобильные островки патогенности, повышается мутаторная активность, активизируются фаговая конверсия признаков, перестройки генома и тому подобное. Конечным результатом может стать повышение патогенности и вирулентности — и приспособление к изменившимся условиям в макроорганизме. Кроме того, благодаря горизонтальному переносу генов частоты генотипов в популяции бактерий могут быстро изменяться в пользу гипервирулентных, лучше приспособленных к новым условиям, вариантов. (Кстати, именно это показал сравнительный анализ геномов патогенных стафилококков.) Следует ожидать, разумеется, и быстрого приобретения устойчивости к различным способам лечения, старым и новым: к антибиотикам, бактериофагам, литическим ферментам, бактериоцинам, вакцинам и сывороткам, к разным вариантам ASR-технологии (от «Anti-Sence RNA» — введение в патогенные бактерии генов, кодирующих антисмысловую РНК, которая «заглушает» действие вредных генов).

Действительно, даже на эту последнюю хитрость патогены могут ответить (и, скорее всего, ответят) своими хитростями. Как следствие ASR-терапии они могут: увеличить число копий заглушаемого гена, заменить его на другой, функционально эквивалентный, но структурно отличный, так что антисмысловая РНК к нему больше «не подходит», или же, наконец, бактерия может получить (через горизонтальный перенос) ферменты рестрикции, разрезающие на части ASR-гены. Почти во всех этих процессах могут участвовать конвертирующие фаги.

Парадоксально, но факт: причинами, ведущими к возникновению новых инфекционных заболеваний, становятся те самые области человеческой деятельности, которые должны бороться с болезнями, в частности практическая медицина — клиники, больницы, роддома. Концентрация в одном лечебном учреждении, например, больных кистозным фиброзом (муковисцидозом), с одной стороны, улучшает качество их лечения, с другой стороны — создает новую, совершенно особую нишу для обитания и эволюции патогенов. Опасность, исходящая от науки, от промышленных биотехнологий, может быть связана с использованием в производстве или лабораторных исследованиях бактерий, имеющих нишу в организме человека (если эти бактерии из-за нарушения правил попадут в окружающую среду). Люди встречаются с новыми возбудителями и в ходе освоения новых природных ниш, а местные эндемические заболевания распространяются на непривычные к ним континенты людей при массовых переселениях, войнах.

Сможет ли человечество отказаться от всего этого? Вряд ли. Прогресс (назовем это так) можно считать благом или злом, но в любом случае его не остановить. Однако серьезным ученым, думающим не только о грантах, и квалифицированным врачам, думающим не только о гонорах, нельзя не помнить о возможных последствиях их работы. Настала пора обсудить необходимость законодательного запрета на использование в клинической практике всех — пусть даже очень эффективных в лабораторных условиях — процедур и методов, включающих в себя направленное изменение генома патогенной бактерии (или могущих привести к этому). Иначе мы неизбежно придем к новому витку эволюции патогенов, и никто не знает, что нас будет ждать на этом витке.

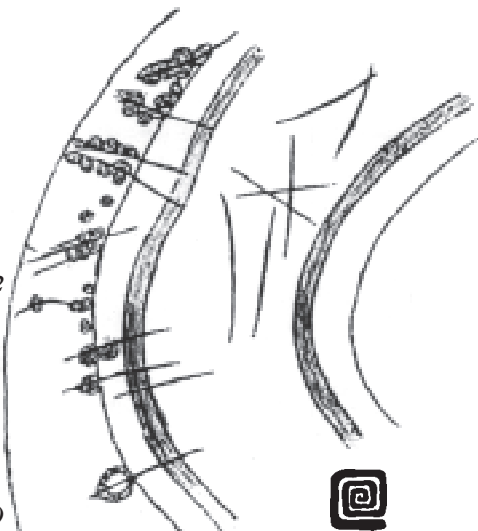




1
Аскоспоры
*Metschnikowia
pulcherrima* (а)
и *M.bicuspidata*
(б)

2
Аскоспоры
M.bicuspidata
проникают
из кишечника
Daphnia magna
в полость тела,
где их окружают
красные тельца.

(Рисунок И.И.Мечникова)



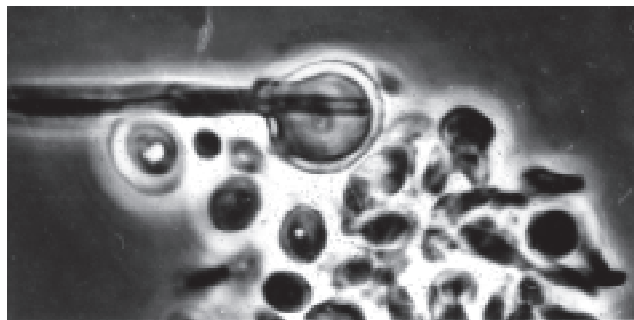
Дрожжи атакуют

Доктор биологических наук
В.И.Голубев,
Е.В.Голубева
Всероссийская коллекция
микроорганизмов, г. Пущино



3
Выстреливание
аскоспоры
(по данным
*Lachance et al.,
1976,
Can.J.Microbiol.
22, №12, 1756*)

4
Metschnikowia lunata: в центре снимка
аск с двумя аскоспорами



В течение тысячелетий человек использует в хозяйстве дрожжи, и уже несколько столетий эти одноклеточные грибы служат удобными объектами для разнообразных исследований (см. «Химию и жизнь», 2002, № 5). Целые научные дисциплины (например, энзимология, радиобиология) ведут начало от пионерских работ, выполненных с «участием» дрожжей. Заметная роль принадлежит им и в становлении клеточной теории иммунитета, разработанной И.И.Мечниковым и удостоенной Нобелевской премии в 1908 году.

Исследуя механизмы устойчивости разных представителей животного мира к инфекционным болезням, Мечников обнаружил дрожжи, обитающие в водоемах и вызывающие заболевание мелких пресноводных ракообразных — дафний (водяных блох), которых основоположник иммунологии ловил в пруду Парижского ботанического сада. Эти дрожжи, которым позднее микробиолог Ф.М.Каменский дал название *Metschnikowia bicuspidata*, размножаются почкованием и образуют игловидные аскоспоры (рис. 1б). Здоровые дафнии заражаются, заглатывая специализированные дрожжевые клетки (аски), в которых такие споры формируются. Далее, полагал Мечников, оболочка асков разрушалась под действием пищеварительного сока дафнии, и освободившиеся заостренные аскоспоры в результате перистальтического движения впивались в стенку кишечника (рис. 2), проникали в нее и проникали в полости тела. Там они подвергались нападению лейкоцитов, которые, как правило, их уничтожали.

Однако при большом количестве проникших аскоспор какие-то из них сохранялись и прорастали, образуя почкующиеся клетки, которые разносились по всему телу. В таких случаях дафния обычно погибает.

Дальнейшие исследования Ф.М.Каменского обнаружили еще более интересные детали. При формировании аскоспор у *M.bicuspidata* в расширенной части булавовидного аска образуется слизистый материал, а на конце узкой части разрушается клеточная стенка под действием собственных ферментов дрожжей (то есть изнутри). Что из этого получается, показали наблюдения, проведенные уже в наши дни. Гелеобразный материал в широком конце клетки способен внезапно набухать, быстро увеличиваясь в объеме. Это приводит к резкому повышению давления в аске и выбросу, буквально выстреливанию созревшей аскоспоры через отверстие, образовавшееся к тому времени на остром конце (рис. 3). Дрожжи, таким образом, отнюдь не довольствуются пассивной ролью, не ждут, пока желудочный сок дафнии разрушит стенки аска и перистальтика обеспечит пронзание стенки кишечника.

Кстати, другие виды *Metschnikowia* на определенных этапах жизненного цикла, по-видимому, тоже ведут паразитическое существование. Все они образуют игловидные споры, заостренные с одного или с обоих концов. Некоторые из них (*M.lunata* (рис.4), *M.pulcherrima*, *M.reukaufii*) постоянно обнаруживают в цветках и на посещающих их насекомых. Пока не известно достоверно, патогенны ли они для каких-либо видов насекомых и способны ли они также к стрельбе аскоспорами.

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Вопросы крови: история с географией

Кандидат медицинских наук
А.А.Травин

Ах, королева... вопросы крови — самые сложные вопросы в мире! И если бы расспросить некоторых прабабушек и в особенности тех из них, что пользовались репутацией смиренных, удивительнейшие тайны открылись бы, уважаемая Маргарита Николаевна...

М.А.Булгаков. Мастер и Маргарита

Эта захватывающая для науки и практической медицины история началась чуть более столетия назад, что по времени почти совпало с переоткрытием законов Менделя. Совпадение знаменательное, потому что, как выяснилось вскоре, наследование групп крови человека полностью соответствует менделевским закономерностям передачи простых признаков от родителей к потомкам. Так частное, казалось бы, открытие одного ученого подтвердило эпохальное открытие другого.

Но это фактология. А вопросы следующие: что это вообще такое — группы крови, как они возникли, у кого, если иметь в виду эволюцию, и зачем? Ведь если в природе что-то случается и, главное, закрепляется, значит, как сказал поэт, это кому-то нужно.

В 1900 году австрийский иммунолог Карл Ландштейнер (1868–1943) открыл у человека группы

крови системы АВ0. Впрочем, о системе речь еще не шла: ну кто тогда, в начале XX столетия, мог предположить, что наша кровь, помимо АВ0, содержит более десятка систем, или группоспецифических антигенов — Rhesus, MN, Lewis, Duffi и других? Их обнаружат позже, и к тому же Ландштейнер, проводя свои долгие эксперименты, выявил не все четыре известные нам сегодня основные группы крови, а три: 0(I), A(II) и B(III). Четвертую группу крови, или АВ(IV), в 1907 году открыл чешский врач Якоб Янский и, на основании сделанного Ландштейнером и им, предложил классификацию групп крови: I — IV. Что мы сегодня и имеем.

Сразу оговоримся: в наш сюжет не входит то, что напрямую связано с историей открытия групп крови АВ0 и других ее систем; по этому поводу написано уже много, и потому не стоит повторяться. Нас интересует именно генетика групп крови, и конкретно АВ0. И все-таки, чтобы завершить экскурс в те далекие времена, когда совершались эпохальные открытия в деле познания нашей крови, укажем на следующее: Карл Ландштейнер отметил в науке открытием не только АВ0, но еще групп крови MN, P (в 1927 году) и, наконец, системы Резус. Последнее случилось через сорок (!) лет после открытия АВ0. А

между этими датами он стал нобелевским лауреатом (в 1930 году) и сегодня по праву считается одним из основоположников науки иммунологии. Так что воздадим должное отцу-основателю.

Генетика

В познании групп крови системы АВ0, как в тугой узел, сплелись такие разделы науки, как иммунология, биохимия, медицина и судебная медицина, популяционная и эволюционная генетика и (что, может быть, наименее известно нашему читателю) геногеография.

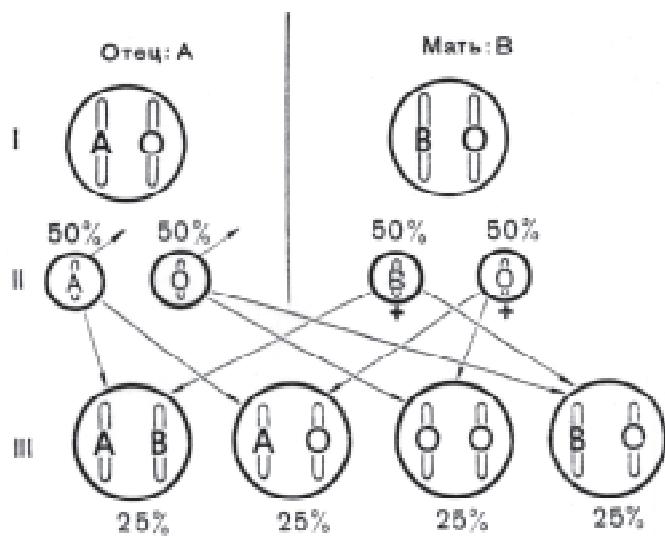
Но начнем все-таки с классики, имея в виду именно систему АВ0.

Кровь людская в принципе может быть разделена (классифицирована) на несколько типов, и это зависит от характера иммунологической реакции, которая происходит при смешении крови разных лиц. По сути, речь идет о реакции между эритроцитами одного человека и плазмой крови другого (или его сывороткой, то есть плазмой, лишенной фибриногена — вещества, свертывающего кровь). Заметим, что если соединить эритроциты и сыворотку одного и того же человека, то эритроциты распределяются равномерно по всей жидкости. А вот если таким же образом смешать кровь разных людей, то результат может быть двояким: эритроциты либо распределяются в сыворотке равномерно, либо образуют комки — склеиваются между собой. Последнее явление, называемое агглютинацией, свидетельствует о несовместимости групп крови — скажем, конкретных донора и реципиента.

Эти данные, в зависимости от отсутствия или наличия АВ0-агглютинации и ее выраженности, разделяют всех людей на четыре типа, или на четыре группы крови. Так чем же они принципиально различаются? Иммунологическими свойствами эритроцитов и сыворотки. Эритроциты обладают *антигенами*: либо А, либо В, либо АВ, либо ни одним из этих антигенов — отсюда и взялось назва-

Группы крови	Антигены эритроцитов	Антитела сыворотки	Реакция на сыворотку (указанную слева) эритроцитов данной группы			
			0	A	B	AB
0	0	Анти-А Анти-В				
A	A	Анти-В				
B	B	Анти-А				
AB	AB	—				

1
Реакция эритроцитов людей, обладающих группами крови 0, А, В и АВ с антителами анти-А и анти-В



2
Схема наследования групп крови АВО:
I — генотип родителей;
II — типы гамет и их вероятность;
III — возможные генотипы потомства и их вероятность



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Таблица 1
Генотипы АВО-потомства в зависимости от генотипов родителей

Генотипы родителей	Возможные генотипы потомства
00 + 00	00
00 + АА	А0
00 + А0	00, А0
00 + ВВ	В0
00 + В0	00, В0
АА + АА	АА
АА + ВВ	АВ
А0 + В0	АВ, А0, В0, 00
А0 + АА	АА, А0
А0 + А0	АА, А0, 00
ВВ + ВВ	ВВ
В0 + ВВ	ВВ, В0
В0 + В0	ВВ, В0, 00
АВ + АВ	АВ, АА, ВВ
АВ + 00	А0, В0
АВ + АА	АА, АВ
АВ + А0	АА, А0, АВ, В0
АВ + ВВ	ВВ, АВ
АВ + В0	ВВ, В0, АВ, А0

ние этой последней группы крови — 0 (ноль). А в сыворотке крови содержатся *антитела* — либо анти-В, либо анти-А, либо анти-А и анти-В, либо — опять же — этих антител нет вовсе. Вот и весь, так сказать, расклад на четыре группы крови системы АВО, которые схематично представлены на рис. 1.

Прошло время, и выяснилось, что за всем этим, понятно, стоит генетика. То, каким антигеном будет обладать конкретный человек, зависит от трех генов (аллелей) — А, В и 0, причем они находятся в одном локусе двух гомологичных хромосом, конкретно в длинном плече 9-й хромосомы (точная прописка — 9q34.1-q34.2). И тут надо пояснить: здесь мы имеем дело не с классической, то есть двухаллельной, системой гена, а с системой множественных аллелей — в данном случае трех. Трех — в принципе. Но всякий человек может обладать только двумя из трех возможных аллелей данного локуса (по одному в каждой из гомологов 9-й хромосомы). Группируя их попарно, теоретически получаем шесть возможных комбинаций — шесть генотипов: АА, А0, ВВ, В0, АВ, 00.

Генотипов шесть, но ведь групп крови системы АВО всего четыре? Правильно. Ибо аллели А и В — доминантные, а аллель 0 — рецессивный (его еще называют «молчащим» геном), поэтому, например, при генотипе А0 группа крови фенотипически будет второй — А(II). А как в случае генотипа АВ? Кто кого подавляет? В данном случае никто и никого. Это еще один генетический нюанс — так называемые кодоминантные аллели: каждый образует собственный антиген, что и имеет место при группе крови IV.

Иммунологически можно определить только фенотип группы крови — с первой по четвертую. А как распознать

АВО-генотип человека, если в этом возникает необходимость? (Кстати, возникает, и нередко, в частности в судебной медицине или при задачах исключения отцовства.) Это делается с помощью анализа родословных. Если известна группа крови потомка и его матери, то с определенной вероятностью можно предположить, какой группой крови (и ее генотипом) может или не может обладать отец ребенка. Скажем, если у ребенка группа крови 0(I), а у его матери В(III), то может ли отец иметь группу А(II)? Может, поскольку его генотип, не исключено, А0. А группу В(III)? Может, по той же причине. А вот группу АВ(IV) не может уже никак. Наглядно это продемонстрировано на рис. 2 и в таблице 1.

Таким образом, группы крови, во-первых, наследуются, и, во-вторых, характер их наследования, как было отмечено выше, подчиняется строгим закономерностям передачи простых (моногенных, или однолокусных) признаков из поколения в поколение.

Биохимия

Впрочем, как ни крути, это генетика формальная, а вот что за ней? Что такое группы АВО — и не только на конечном фенотипическом уровне (антигенном), а глубже, на уровне первичных продуктов, ферментов и другой биохимии?

Если опять же формально, то в основе того, что нас сейчас интересует, — гликопротеид с олигосахаридными цепями. Он универсален, первичен, то есть образуется у любого человека, вне зависимости от его группы крови. А вот то, каковой будет групповая принадлежность каждого из нас, напрямую связано с терминальными последовательностями в олигосахаридных цепях гликопротеидов. Если к такой основе

присоединяется N-ацетил-D-галактозамин, значит, в конечном счете возникает то, что названо А-специфичностью, или, на уровне фенотипа, группой крови А(II); если терминальной последовательностью окажется D-галактоза, то возникает В-специфичность, или группа крови В(III). Ну а если к олигосахаридным цепям базисного гликопротеида не присоединится ни перый, ни второй продукт, то тут мы имеем дело с ситуацией, названной Н-специфичностью — то есть исходной, или с ситуацией *предшественника*; это и есть группа крови 0(I) (см. схему на с. 38).

Так в чем же принципиальная функция генов системы АВО? Аллели А и В определяют образование специфических гликозилпереносящих ферментов (трансфераз), которые на конечных стадиях синтеза катализируют присоединение группоспецифических молекул к концам углеводных цепей — соответственно либо N-ацетил-D-галактозамина, либо D-галактозы, либо обеих этих молекул (ге-

A(II)	B(III)	O(I)
$\langle \text{H} \rangle$ -N-ацетил-D-галактозамин	$\langle \text{H} \rangle$ -D-галактоза	$\langle \text{H} \rangle$
A-специфичность (H+A)	B-специфичность (H+B)	H-специфичность (H)

нотип АВ), либо, в случае если человек гомозиготен по аллелю O, никакого присоединения нет вовсе, поскольку эти трансферазы у него наследственно отсутствуют.

Повторим: независимо от того, каким из аллелей локуса АВ0 обладают разные люди, синтез макромолекул у них происходит одинаково вплоть до стадии образования вещества с H-специфичностью (синтез этого антигена определяет ген, расположенный в 19-й хромосоме). Ну а далее все зависит от того, кто из нас какие трансферазы получит от родителей. Точнее (то есть изначально), какие гены системы АВ0.

Геногеография

Чуть выше мы упомянули о *предшественнике* — содержащемся у каждого человека первичном гликопротеиде с олигосахаридными цепями, присоединение или неприсоединение к которому группоспецифических остатков собственно и определяет группу крови системы АВ0.

В эволюционной генетике термин «предшественник» значит очень много. Ведь если обнаружен некий основной вариант признака, а затем и его последующие разновидности, причем исторически устойчивые, стало быть, речь действительно идет об эволюционном изменении, которое должно носить адаптивный (приспособительный, селективно ценный) характер. Так вот очередные вопросы, и, как кажется, самые интересные: почему, зачем и для чего появились множественные аллели, которые образовали систему АВ0? И когда они появились? Ну жили бы себе с этим самым «нулем», обладали бы одной и той же группой крови, и никаких тебе проблем — ни с переливанием, ни (о Господи!) с доказательством или исключением отцовства!

Ан нет, для чего-то это понадобилось.

Поскольку групп крови системы АВ0 четыре, а возможных генотипов, их определяющих, — шесть, то элементарная логика подсказывает, что в генетически нейтральной ситуации, когда нет давления отбора, случайных всплесков частот генов (об этом — ниже) и в условиях панмиксии, то есть свободного скрещивания, АВ0-генотипы должны быть распределены по планете более или менее равномерно и во всем широком диапазоне — от 0 до 100%. Это теоретически. А вот что практически (см. табл. 2).

Таблица 2

Распределение групп крови среди разных народов, в % (по В.П.Эфроимсону, 1968)

	O(I)	A(II)	B(III)	AB(IV)
Англичане	43,5	44,7	8,6	3,2
Голландцы	46,3	42,1	8,5	3,1
Венгры	29,9	45,2	17,0	7,9
Русские	32,9	35,8	23,2	8,1
Китайцы	45,5	22,6	25,0	6,9
Индийцы	30,2	24,5	37,2	8,1
Японцы	31,1	36,7	22,7	9,5
Арабы	44,0	33,0	17,7	5,3
Аборигены Австралии	54,3	40,3	3,8	1,6

Немного странно, не правда ли? Если размах частот групп крови I и II укладывается в диапазон от 25 до 45%, при том что частота каждой из

них в среднем не ниже трети от 100%, то с группой крови B(III) происходит что-то странное: во-первых, ее частота варьирует от 4 до почти 40% (очень большой разброс!), и, во-вторых, варьирует очень специфически. Пик ее частоты приходится на индусов, а далее она начинает убывать: уже значимо — среди популяций китайцев, японцев и русских (относительно соседствующих этносов), и резко — по направлению на северо-запад (Западная Европа), запад (Ближний Восток) и юго-восток (Австралия, аборигены).

Вот и начинается история с географией, верней, с геногеографией, потому что теперь мы воспользуемся данными о распределении на просторах нашей планеты уже не самих групп крови АВ0, а конкретно частот генов A, B и O (это, напомним, отнюдь не одно и то же, ибо человек, скажем, с группой крови A(II) может иметь генотип либо AA, либо AO; то же относится и к людям с группой крови B(III)). Принцип определения частот АВ0-генов следующий: в изучаемой популяции сначала устанавливают частоты фенотипов (то есть групп крови) и затем на этой основе с помощью специальных математических методов определяют частоты генов A, B и O. Один из таких известных методов был предложен математиком О.Бернштейном еще в 1930 году (для особо интересующихся — см. «Проблемы медицинской генетики». М.: «Медицина», 1970, с. 177–196).

Итак, перед нами два рисунка (3 и 4, они взяты из только что процитированного источника). Первый из них демонстрирует распределение на земном шаре частоты гена O. Как видно, она наиболее высока среди населе-





ния Южной и Центральной Америки (достигая порой 100%) и снижается по направлению к северу этого континента, с минимумом на Аляске и севере Канады. Что до Восточного полушария, то тут картина относительно более равномерная: в среднем от 75% в Центральной Африке, северо-востоке Азии и большей части Австралии до 40–50% в Западной Сибири, Восточной и Центральной Европе.

Ген В. Тут география иная. Максимум частоты, причем не превышающий 30%, приходится на Среднюю и Восточную Азию, а далее она достаточно плавно убывает к западу, востоку и югу, достигая минимума, вплоть до 0%, на американском континенте и в Австралии. Ну а что касается распространенности гена А, не представленной на рисунке, то здесь картина следующая: ген А достигает самой высокой частоты среди североамериканских индейцев и в северо-западных областях Европы, но к востоку и югу от этих районов ген А уступает место гену В.

Вот такая странная и потому безусловно заманчивая для построения всяческих гипотез геногеография.

(Для слишком внимательных читателей. Из представленных выше ссылок на использованные научные источники становится понятно, что автор этой статьи оперирует данными, которые на первый взгляд можно назвать устаревшими, а именно 50–70-х годов истекшего столетия. Так вот: и правильно делает, что пользуется именно ими! Ибо вся последующая эпоха, то есть последняя треть XX века, из-за образования Европейского союза, массовой миграции в Европу и США десятков тысяч людей из Азии (вектор: восток — запад), пра-

вил нового гражданства и так далее, создала ситуацию, которую, образно говоря, можно назвать «все смешалось в доме Облонских». Смешалось — для популяциониста. Да, панмиксия с течением веков нарастает, и это закономерно, но сегодня, особенно в Западной Европе, она носит взрывной характер. Поэтому если об изначальном, устоявшемся к началу XX столетия распределении на планете частот АВ0-генов, то гораздо корректнее использовать надежные данные, как говорила одна старая бабушка, мирного времени.

Эволюция. Пассаж первый

Эволюцию живого можно представить, по сути, как процесс изменения частот генотипов. Определение несколько парадоксальное, но с точки зрения популяционной генетики верное, непротиворечивое.

Так вот, новые вопросы и действительно сложные. Почему геногеография АВ0 дает именно такую, на первый взгляд странную, нелогичную картину? Что за всем этим и, главное, для чего? Ведь просто так в эволюции ничего не бывает. И еще: да, странная геногеография, нелогичная, но в

таком распределении на планете частот генов АВ0, кажется, есть какая-то закономерность. Какая?

Над этими вопросами ломали головы десятки ученых на протяжении долгого времени.

Исходное положение. В ходе эволюции, за счет мутирования гена-предшественника (или первичного гена), в одном локусе 9-й хромосомы возникла полиаллельная система — гены А, В и О. Это то, что называется генетическим полиморфизмом. Чтобы он продолжал иметь место в течение тысячелетий, недостаточно повторного (то есть время от времени de novo) мутирования данного локуса в том же направлении. Это аксиома. Стало быть, АД0-полиморфизм в популяциях человека что-то должно было поддерживать. Что?

Гипотеза первая: так называемый дрейф генов. Поясним: это — генетико-автоматические, или стохастические (случайные), процессы, в результате которых в некой популяции резко возрастает частота какого-то гена (соответственно — признака). Таких примеров огромное число, и наиболее яркий из них — это «эффект родоначальника». Сей последний неоднократно описан в ограниченных популяциях, возникших либо из-за территориальной обособленности какой-то части первичной популяции, либо в результате миграции на новую территорию совершенно новой, но малочисленной популяции (например, из Европы в Новый Свет).

Чтобы не вдаваться в популяционно-генетические подробности, основанные на строгих математических расчетах, сразу отметим, что в отношении ситуации с АВ0-геногеографией эта гипотеза не проходит (здесь и далее ссылки на капитальные работы в этой области — см. приведенные выше, а также монографию Л.Меттлера и Т.Грегга «Генетика популяций и эволюция». М.: Мир, 1972).

Следующая гипотеза: этнические миграции, и именно крупные. Вспомним распределение гена В в Европе: четкий





ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

градиент падения с востока (из Азии) на запад — от 30 до 5%. А вот с геном А все с точностью до наоборот. И действительно, почему бы это не приписать влиянию массовых миграций народов с азиатского Востока в период от 500-х до 1500 годов н.э.? Приписывали. Не проходит опять же. Хотя, как говорится, в чем-то не без этого. Но ту картину распределения частот АВ0, которая сегодня значится на географической карте, только лишь массовыми миграциями (популяционными волнами) объяснить нельзя.

Что у нас остается в запасе? Правильно, естественный отбор.

Эволюция. Пассаж второй

Тут мы сделаем маленькую паузу и зададимся вопросом уже не сложным, а почти коварным: наши непосредственные эволюционные предки, обезьянки всякие, они что, тоже имеют группы крови АВ0?

Имеют. Вот это да! Стало быть, часть вопросов сразу снимается — например, о мутировании некоего гена-предшественника в локусе АВ0 у человека, равно как и о неоднократном повторном его мутировании для поддержания «странных» частот этих аллелей на разных территориях.

И все-таки что у обезьян? Приматы, как и люди, обладают антигенными структурами А, В и 0, и это еще раз подтверждает непрерывность и преемственность развития жизни на Земле. Хотя есть и нюансы: например, гориллы имеют только ген В, а карликовые шимпанзе — только А. Также интересно: почему? Равно как и то, почему у человека весь набор этих генов, включая 0? Но как бы то ни было, справедливо считать, что полиморфизм по генам АВ0 входит в наследство, полученное человеком от его весьма далеких предков.

И коль скоро это так, то остается вопрос главный: почему и из-за чего на Земле сложилась (во всяком случае, к середине XX столетия) такая геногеография по локусу АВ0?

В начале 60-х годов сразу несколько ученых разных стран (В.П.Эфроим-

сон в СССР, Ф.Фогель с соавторами в Германии и Ф.Ливингстон в Англии) выдвинули гипотезы, которые, несмотря на некоторые различия, сводились к следующему: картина современной АВ0-геногеографии в основе своей есть следствие дифференциальной восприимчивости людей разной группы крови к инфекционным болезням, в частности и главное — к чуме и оспе.

Суть этих гипотез такова. Возбудитель чумы, *Pasteurella pestis*, и вирус оспы обладают антигенным сходством с генами системы АВ0: чумной возбудитель — с антигеном Н(0), а оспенный — с антигеном А. Поэтому люди с группой крови 0(I) не способны вырабатывать достаточное количество антител против возбудителя чумы, а те, кто обладает группой крови А(II), — против вируса оспы. Иными словами, у них снижен или вовсе отсутствует естественный иммунитет к этим инфекциям. Отсюда понятно, что в условиях массовых эпидемий и пандемий прошлых исторических эпох должен был идти интенсивный отбор, а именно: преимущественное вымирание людей с группой крови 0(I) в зонах чумных эпидемий и людей с группой крови А(II) в районах эпидемий оспы.

А теперь вновь взглянем на географическую карту, и уже «от обратного», то есть по принципу, не кто вымирал, а, напротив, кто получал селективное преимущество.

Основными очагами оспы были Азия и Африка, тогда как в Америку ее занесли испанцы в начале XVI века, вызвав там огромные эпидемии. У чумы было пять эндемичных очагов: северо-запад Гималаев, Восточная Монголия, Южный Китай, Месопотамия и Центральная Африка вместе с Египтом. Сопоставление территорий, пораженных чумой, с регионами максимального распространения гена 0, показывает, что частота этого гена наиболее высока среди народов, которые вообще не поражались чумой или заражались ею редко (индейцы Америки, аборигены Австралии, обитатели арктических зон).

В Европе же ген 0 преобладает у народов, традиционно живущих изолированно, — ирландцев, исландцев, басков, корсиканцев (для изолятов вообще характерна высокая частота первой группы). Наоборот, минимальная частота гена 0 отмечена в Индии, Монголии, Турции, Северной Африке, то есть в странах, которые известны как старые центры чумы. А вот ген А редок на тех территориях, где особенно опустошительно прошла (и не раз) оспа: это — Индия, Аравия, тропическая Африка. Ну а что касается гена В, то максимум его распространения — в Азии: Монголия, Китай, Индия и часть России, где чума и оспа были эндемичны.

Заключим: провокаторы всей этой истории — древние инфекционные болезни, в частности возбудители оспы и чумы, а вот геногеография на этой основе выстраивал естественный отбор, давая селективное преимущество тем фенотипам по группам крови, которые обладали неспецифическим иммунитетом против этих мощных инфекций. Они и выжили, не в пример прочим. Так что все по Дарвину опять же.

Справедливости ради отметим, что у этой гипотезы есть как сторонники (коих большинство), так и противники, аргументация которых тоже достойна того, чтобы к ней прислушаться. Это в науке полезно. Ведь речь идет, как сказано в эпиграфе, о вопросах крови — самых сложных вопросов в мире. И пусть это все-таки образ, но образ, основанный на исторических, эволюционных реалиях. И в конце-то концов, ничего более существенного, объясняющего нашу АВ0-историю с географией, пока никто так и не придумал.

Пантеон российских МОЗГОВ

Кандидат филологических наук,
ведущий научный сотрудник
Мемориальной квартиры
Андрея Белого на Арбате
Моника Спивак



КНИГИ

Смерть Ленина — от тела к мозгу

В Советской России эталон гениальности был известен: вождь мирового пролетариата Владимир Ульянов (Ленин). Его мозг был заведомо гениальнее прочих гениальных мозгов.

Владимир Ильич Ленин умер в 18 часов 50 минут 21 января 1924 года. Этой смертью было положено начало знаменитой коллекции Института мозга, той самой коллекции, в которую потом попали и Белый, и Багрицкий, и Маяковский.

Канонизация вождя совершалась постепенно — можно сказать, по частям. В ночь на 22 января была создана правительственная комиссия по организации похорон (впоследствии — по увековечению памяти) В.И.Ленина. Эта комиссия занималась присвоением имени Ленина городам, предприятиям и учреждениям; контролем за изображением вождя в живописи, литературе и мемуаристике; собиранием его архива; изданием произведений; возведением памятников и многими другими делами. Среди них первостепенным было — определиться с ритуалом погребения и решить судьбу тела вождя после похорон.

Сначала думали только о том, чтобы сберечь тело «на некоторое время» (с помощью временного бальзамирования и при поддержке зимней стужи) — чтобы народ и трудящиеся могли проститься. Потом от идеи «временного» сохранения перешли к мечтам о постоянном. Думали о возможности мумифицирования и опыте Древнего Египта, о заспиртовывании, которое практиковали в России при Петре I... Глубокая заморозка тела, предложенная в конце января Л.Б.Красиным, казалась первоначально самой привлекательной и перспективной. Однако в российских условиях середины 1920-х годов она допускала риск оттаивания; да и холодильную аппаратуру, специально закупленную, не успевали смонтировать до того, как с телом произойдут необратимые процессы разложения. Не исключали и самого простого, естественного варианта — почетного погребения тела на Красной площади. Одни предлагали предать тело вождя земле — из соображений следования традиции, другие — просто не верили в возможность длительного сохранения тела. Выбор варианта музеефикации и экспонирования тела в мавзолее был определен сугубо политическими доводами. «Вы видели за эти дни паломничество к гробу Ленина десятков и сотен тысяч трудящихся, — говорил Сталин на II Всесоюзном съезде Советов 26 января 1924 года. — Через некоторое время вы увидите паломничество миллионов трудящихся к могиле товарища Ленина»

Публикуется в сокращении.



Весь мир знает про Мавзолей Ленина. Многие знают и о том, что мозг вождя мирового пролетариата подвергся тщательному изучению. Менее известен тот факт, что исследование гениальных мозгов в начале XX века представляло собой целое научное направление. И почти никто не знает, в чем действительная ценность работ, проводившихся в московском Институте мозга. Обо всем этом рассказывается в книге Моника Спивак «Посмертная диагностика гениальности» (М., «Аграф», 2001), отрывки из которой мы публикуем. Книгу Моника Спивак «Посмертная диагностика гениальности» можно приобрести оптом и в розницу в издательстве «АГРАФ», а также заказать наложенным платежом по адресу: 129344 Москва, Енисейская ул., 2; тел./факс 189-17-35, тел. 189-17-22; agraf.ltd@ru.net, <http://www.ru.net/agraf.ltd>

Внимание к мозгу Ленина было приковано ничуть не меньше, чем к его телу. Ведь именно тяжелая, не вполне ясная по происхождению болезнь мозга послужила причиной столь раннего, в 53 года, ухода вождя из жизни. Детальное описание чудовищных поражений тканей и сосудов мозга занимало центральное место в сообщениях о смерти, протоколах вскрытия, отчетах патологоанатомов, мемуарах врачей.

«Основной болезнью Владимира Ильича считали затвердение стенок сосудов (артериосклероз). Вскрытие подтвердило, что это была основная причина болезни и смерти Владимира Ильича. Основная артерия, которая питает примерно всего мозга, — «внутренняя сонная артерия» (...) при самом входе в череп оказалась настолько затвердевшей, что стенки ее при поперечном перерезе не сплались, значительно закрывали просвет, а в некоторых местах настолько были пропитаны известью, что пинцетом ударяли по ним, как по кости... (...) Отдельные веточки артерий, питающие особенно важные центры движения, речи, в левом полушарии оказались настолько измененными, что представляли собой не трубочки, а шнурки: стенки настолько утолстились, что закрыли совсем просвет. (...) На всем левом полушарии оказались кисты, то есть размягченные участки мозга; закупоренные сосуды не доставляли к этим участкам кровь, питание их нарушалось, происходило размягчение и распадение мозговой ткани. Такая же киста констатирована была в правом полушарии. (...) С такими сосудами мозга жить нельзя», — информировал нарком здравоохранения Н.А.Семашко («Известия», 25 января 1924 года). Наркому вторили другие: «В момент вскрытия мозг предстал в обезображенном виде. (...) Краса его — извилины — запали; пострадало серое и белое вещество, окраска изменилась на оранжевую; образовались кисты и очаги размягчения» («Известия», 2 марта 1924 года).

В этих и многочисленных им подобных описаниях все было неладно. Во-первых, вес мозга вождя оказался невелик (1340 граммов), не превосходил нормы и даже чуть-чуть до нее не дотягивал. В принципе ученым давно было извест-

но, что вес мозга не влияет на особенности, интенсивность и качество умственной деятельности, но все-таки... Ведь мозг Тургенева весил 2012 г, мозг Байрона — 1800 г.

Во-вторых, неясная болезнь, разрушившая орган мысли вождя мирового пролетариата, требовала именованя и объяснения. Последнее было особенно важно, так как активно циркулировали требующие немедленного опровержения слухи о ее «специфическом» люэтическом происхождении.

В обоих случаях на помощь науке патологоанатомии пришла идеология. С весом справились быстро. Если прежде говорили о том, что обычный вес мозга примерно 1395–1400 г, то теперь стали называть нормой и 1300 г. Кроме того, использовали и фактор болезни, уничтожившей часть мозговых тканей.

Причину болезни и смерти тоже обнаружили: «Самый характер склероза определен в протоколе вскрытия как... склероз изнашивания, отработки, использования сосудов. Этим констатированием протокол кладет конец всем предположениям (да и болтовне), которые делались при жизни Владимира Ильича у нас и за границей относительно характера заболевания» (из той же статьи Н.А.Семашко в «Известиях»).

Попытки медиков производить философские, психологические и даже порой эстетические обобщения на основе визуального наблюдения над извлеченным большим органом начались вскоре после публикации результатов вскрытия. «Дивно художественная картина строения мозга оказалась нарушенной болезненным процессом. (...) Волевые импульсы (стальная воля) и гениальные мысли зарождались, выковывались в головном мозгу. (...) Мозг у него был развит чрезвычайно. Колоссальное напряжение ума, его феноменальная производительность сопровождалась чрезмерной выработкой мозговых гормонов, их перепроизводством. (...) Вся духовная жизнь вождя мирового пролетариата и выдающегося ученого-экономиста сосредоточилась на ограниченной территории головного мозга весом 1340 граммов. В нем умственная жизнь, энергия била могучим фонтаном и колокотала, как в горниле. Мозг Ленина воплотился в человеческом теле, правда, на редкость крепком и здоровом, но все же смертном. Между ними оказалось несоответствие: телесная оболочка не выдержала духовного напряжения. Мозг вышел победителем, но служебная, подсобная соединительная ткань в нем оказалась несостоятельной, откуда липоидное перерождение, склероз, обызвествление, ломкость, сужение сосудов, — размягчение и кровоизлияние в мозгу и т.д.», — вдохновенно писал один из крупнейших отечественных патологоанатомов Н.Ф.Мельников-Разведенков.

Впрочем, стремлением соединить объективные медицинские данные с идеологической установкой на подтверждение гениальности вождя отличались тогда не только знатоки мозга. Так, доктор А.Н.Кожевников, наблюдавший Ленина с 1922 года, объяснял течение болезни пациента, «несвойственное обычной картине общего мозгового атеросклероза», тем, что у «выдающихся людей... все необычно: как жизнь, так и болезнь течет у них всегда не так, как у других смертных».

К робким, порой кажется, что вымученным, принужденным и подневольным потугам медиков воспеть большой мозг вождя активно подключились политики, обобщившие и переложившие на свой язык диагнозы врачей. В их арсенале было больше пафоса, больше экспрессии, больше образности. «Лучшие светила науки сказали: этот человек сгорел, он свой мозг, свою кровь отдал рабочему классу без остатка», — говорил на заседании Ленинградского совета рабочих и крестьянских депутатов 7 февраля 1924 года Г.Е.Зиновьев.

Еще раньше (26 января) и еще ярче ту же мысль выразил в речи на траурном заседании II Всесоюзного съезда Советов Л.Б.Каменев: «Ильич связал себя с рабочей массой не

только идеей. Нет! (...) Наш вождь погиб потому, что не только свою кровь отдал по капле, но и мозг свой разбросал с неслыханной щедростью, без всякой экономии, разбросал семена его, как крупницы, по всем концам мира, чтобы капли крови и мозга Владимира Ильича взошли потом полками, батальонами, дивизиями, армиями...»

Естественно, что при таком осмыслении мозговых поражений Ленина, его мозг должен был стать объектом культа и предметом музейного экспонирования. Сохранилась датированная 24 января 1924 года расписка о том, что «представитель Института В.И.Ленина тов. Аросев» (А.Я.Аросев, крупный партийный и государственный деятель, впоследствии репрессированный, был в 1924 году ответственным хранителем рукописей Института В.И.Ленина) получил от А.Я.Беленького (члена коллегии ГПУ, осуществлявшего передачу всех материалов о болезни вождя в Институт В.И.Ленина) ценнейший экспонат: «стеклянную банку, содержащую мозг, сердце Ильича и пулю, извлеченную из его тела». А вскоре о том, что «мозг и сердце Владимира Ильича были переданы в Музей имени Ленина на Дмитровке в Москве», сообщал В.П.Осипов на лекции, читанной 14 марта 1924 года в ленинградском Доме просвещения им. Г.В.Плеханова.

Однако в музее на Дмитровке этот необычный экспонат пролежал недолго. Мозг вождя мог служить не только объектом внешнего почитания, но и предметом серьезных научных изысканий.

Правда, результат изысканий был predetermined заранее.

Мозг Ленина: в поисках материалистической основы гениальности

В 1925 году была организована специальная лаборатория по изучению мозга Ленина. Руководить ходом научных работ пригласили известного немецкого невролога Оскара Фогта (1870–1959). В 1920–1930-е годы связи СССР и Германии крепки, немецкая наука вообще пользовалась уважением, а теснейшие контакты с немецкими медиками возникли и укрепились еще в период длительной болезни Ленина.

«С 23-го или 24-го года в Москву время от времени приезжал Оскар Фогт, знаменитый невропатолог, невролог и мозговик, создавший учение об архитектонике полушарий большого мозга. Он сперва принимал участие в лечении Ленина, на какой-то консилиум приезжал сюда. Потом, после смерти Ленина, возник вопрос об изучении мозга Ленина. И вот уже после смерти Ленина, в 1925 году, Фогт сно-





ва для этого приехал в Москву, — вспоминал знаменитый русский генетик Н.В.Тимофеев-Ресовский. — Он такой левонастроенный очень был гражданин. Они оба с Лениным в 70 году и, по-моему, в одном и том же месяце родились даже. Интересный был человек. Он и физически был очень похож на Ленина: был столь же лыс, такая же борода у него козлиная была и взгляд очень схожий. И говорил он, когда доклады делал, тоже очень похоже. Вот бывают на свете, изредка попадаются, так называемые двойники. Вот он вроде двойника был с Лениным».

Следует отметить, что научные связи Фогта с Россией не были ограничены только изучением мозга Ленина. Так, с именем Фогта была теснейшим образом связана судьба и карьера Н.В.Тимофеева-Ресовского (Тимофеев-Ресовский попал в Берлин по инициативе Фогта и заведовал лабораторией генетики в институте, возглавляемом Фогтом). Также благодаря Фогту в конце 1920-х годов была создана в Москве и русско-немецкая лаборатория расовой (географической) патологии.

По проекту Фогта в Германии было изготовлено специальное оборудование для исследования: микроскопы, фотолaborатория и многое другое. Особенно важны были «мозгорезательные» аппараты — макротом, расчленяющий мозг на несколько крупных кусков, и микротом, позволяющий приготовить из куска мозга множество тончайших срезов.

«Метод этот, так называемый цитоархитектонический, — информировала газета «Известия» массового читателя о новейших достижениях науки, — основан на изучении расположения и строения нервных клеток в головном мозгу. Профессор Фогт поставил себе задачей на основе такого изучения определить материалистическое основание для объяснения гениальности Ленина и его психических особенностей. (...) В мозгу человека профессор Фогт различает так называемые клетки-зерна и клетки пирамидальные. Отличие пирамидальных клеток от клеток-зерен состоит в том, что первые гораздо крупнее, разветвляют свои отростки гораздо гуще и посылают эти отростки на очень далекие расстояния (до 1 метра). Таким образом, пирамидальные клетки соединяются отростками (ассоциируются) с другими клетками и служат базой для более высокой психической жизни и деятельности. Профессор Фогт различает ряд слоев (до 7) коры головного мозга, причем особенное распространение пирамидальные клетки имеют в 3-м слое от поверхности мозга» («Известия», 15 ноября 1927 года). Думали, что именно в нем и скрыта «материальная база психической одаренности».

«Изучение тонкого гистологического строения нервных клеток и их отростков как элементов нервной системы — дало возможность установить, что цитоархитектоника, то есть строение и расположение нервных клеток и их отростков, представляют сложную, градативно усложняющуюся картину — от низших животных к высшим и от обезьян к обыкновенным и одаренным людям. И это разнообразие цитоархитектонического строения коры () дает нам возможность материалистического, научного познания механики головного мозга и тем самым проблемы одаренности и гениальности современного человека» (из книги Н.Ш.Мелик-Пашаева «Человек будущего», изданной в 1928 году).

Первые результаты изучения мозга Ленина были получены только через два года. В 1927 году Фогт выступил с отчетным докладом перед ответственными работниками.

«При сравнении препаратов мозга Ленина (с него сделано 34 тысячи срезов) с препаратами, сделанными из мозга средних людей, что демонстрировал профессор Фогт, была видна резкая разница в структуре мозга Ленина и обычного человека. Пирамидальные клетки у Ленина развиты гораздо сильнее, соединительные (ассоциативные) волокна между ними развиты гораздо больше; клетки-зерна также значительно крупнее и ярче. Этим профессор Фогт объясняет особенности психики Ленина. Умственная жизнь Ле-

нина имела несравненно большую материальную базу — более развитые пирамидальные клетки и клетки-зерна; ассоциативная, комбинаторская способность Ленина была много выше — доказательством этому служат более развитые соединения между пирамидальными клетками; чувство действительности (...) И проверка получаемых впечатлений Ленина были гораздо выше: ощущения и впечатления, получаемые в одном месте, исправлялись и пополнялись целым рядом других пирамидальных клеток с их соединительными отростками. Так профессор Фогт объясняет основные черты психики Ленина, его гениальность, его способность быстро разбираться в сложных положениях и вопросах и его способность к быстрой акции (действию)».

Таинственный «третий слой» стал настоящим козырем в руках исследователей ленинского гения: «И вот этот-то третий слой оказался необыкновенно богато построенным и по размерам самого слоя, и по архитектуре строения пышно разветвляющихся и далеко простирающихся отростков нервных клеток».

Доложенные правительству результаты были признаны впечатляющими, а работа, проводимая советскими специалистами по руководством О.Фогта, — перспективной. Пресса захлебывалась от восторга.

Вскоре, в 1928 году, лаборатория по изучению мозга Ленина была преобразована в Институт мозга. Задачи нового научного учреждения стали шире и предполагали сравнение мозга Ленина с мозгами не только средних людей, но и людей выдающихся, пусть не столь великих, как Ленин, но все же...

В направлении консервированной гениальности

В 1920–1930-е годы авторитет науки был необыкновенно высок. Общество поддерживало, пропагандировало, финансировало самые смелые, самые экстравагантные, самые утопические научные проекты, многие из которых производили впечатление безумия, а иногда и впрямь с безумием граничили. Научная революция захватила весь мир (и Америку, и страны Европы), но в России естествознание получило особо значимый идеологический статус, претендовало на то, чтобы заменить собой запрещенную большевиками религию и дать обоснование преимуществам нового социального строя. Наука под руководством партии повела сокрушительную атаку на тайны природы. Всерьез заговорили о скорой победе над сном и усталостью, над старостью и смертью, о возможности оживления трупов.

В моде оказались проводимые философом и ученым А.А.Богдановым опыты по обменному переливанию крови. Их целью было — омоложение нации, продление жизни индивида и, наконец, достижение «физиологического коллективизма» в масштабе государства. Для этого требовалось всего лишь связать страну узами кровного родства путем обменного переливания крови от стариков к молодым, от ветеранов партии к представителям подрастающего поколения.

Огромную популярность приобрели многочисленные эксперименты по всевозможному скрещиванию всего со всем или по пересадке семенных желез, введению половых гормонов и т. п., также призванные доказать возможность омоложения, продления жизни и, в пределе, — достижимость личного бессмертия...

Отдельной областью, вдохновляющей на научное дерзание, стала «жизнь органов вне организма». Захлебываясь от восторга, пресса писала об успехах — о том, как высушенные уши кролика и пальцы человека сохраняют свои жизненные функции после размачивания; о том, как выложенные на тарелку кусочки сердца сокращаются, разможаются, растут, а отрезки кишечника перевариваются... Но подлинным достижением в этой сфере стали опыты с отрезанной собачьей головой, доказывающие, что и мозг «может быть некоторое время вне организма»: «Глаза изолированной головы видят: если поднести палец к глазу — веки моргают; челюсти производят дыхательные движения, введенная в рот пища проглатывается (и, конечно, вываливается через перерезанную глотку). (...) Если раздражить нос, например, пером, голова приходит в сильное возбуждение. Раз при таком опыте голова начала усиленно открывать и закрывать рот, как бы пытаясь укусить; пришлось удерживать ее руками, чтобы она не свалилась с тарелки, на которой лежала...» Эти эксперименты составляли особую гордость отечественной науки, ибо в них Россия опередила мир: «За границей (...) Голова «жила» очень недолго — не более получаса, да и проявления жизни были очень слабые» (цитаты из статьи Б.Морозова «Жизнь органов вне организма», опубликованной в журнале «Наши достижения», 1929, № 2).

Широкая пропаганда подобных научных экстравагантов порой вызвала не восторг, а оторопь, смятение, нравственный протест. «Знаете, опыты доктора Воронова, современного доктора Моро (помните роман Уэллса?), еще не так страшны, как кажется. Он желает *естественным путем* получить гибрид человека и обезьяны...» — делился с Андреем Белым мыслями о науке известный критик Иванов-Разумник. Аналогичным образом, с чувством глубокой омерзения и ужаса, реагировал на «дурно пахнущие» опыты по омоложению, скрещиванию, пересадке семенников и т. п. и сам Андрей Белый, доказывающий, что человечество придет к катастрофе, «если в науку в наши дни, теперь, сейчас же, не ввести *моральной* ноты»: «Эта *наука*», к которой катимся на всех парах, есть уже не *наука*» в добром старом смысле еще недавнего Гельмгольца, а — отвратительная *«гнусь»*, *«черная магия»*.

Однако «испуганных» было гораздо меньше, чем «вдохновленных». Большинство возлагало на науку огромные надежды и требовало немедленных практических результатов. В этом плане характерны претензии к врачам, не сумевшим спасти Ленину жизнь, высказанные от имени народа красноармейцами: «Неужели нельзя было сделать омоложение? Ведь говорил же наш политрук, что Клемансо — наш враг — омолодился». Аналогичные сетования встречаются, например, и у Бабея, в мемуарном очерке, написанном в связи со смертью Багрицкого: «Багрицкий умер 38 лет, не сделав и малой части того, что мог. В государстве нашем основан ВИАМ — институт экспериментальной медицины. Пусть добьется он того, чтобы бессмысленные эти преступления природы не повторялись больше».

В контексте научных исканий эпохи следует рассматривать и предпринятую — на основе исследования мозга — попытку посмертной диагностики гениальности. Эта задача была не менее важна, чем, к примеру, изучение жизни изолированной головы или кроличьих ушей.

Строительство нового социалистического общества предполагало рождение нового человека, совершенного человека. Тайну гениальности с увлечением искали неврологи и психо-

логи, евгеники и генетики, биологи и педологи... Оперировать понятиями «сверхчеловек», «высшая раса», «низшая раса» поначалу боялись гораздо меньше, чем, к примеру, оказаться обвиненными в витализме, идеализме или, напротив того, — в механицизме. Главное было прочно стоять на платформе диалектического материализма, что оказывалось весьма трудно и, судя по масштабности репрессий, опустошивших поле отечественной науки, удавалось далеко не всем.

Впрочем, мозги интересовали и русскую, и мировую науку. Работы шли в разных направлениях. Одни по-прежнему указывали на существование связи между весом мозга и одаренностью его носителя. Другие подчеркивали значимость изучения артерий и сосудов мозга. Третьи упирали на складки, борозды и извилины. Четвертые считали определяющим структуру мозга, цитоархитектонику и т. п. Исследовали все мозги, которые удавалось добыть. С материалом было трудновато. В основном им становились мозги профессуры, ученых-естественников; они и их родственники, вероятно, были менее предубеждены против вскрытия и других манипуляций с трупом. Существовала и давняя традиция — завещать мозг, череп, тело и т. п. родному университету для изучения и на память.

Реже науке доставались люди искусства. В 1915 году была подвергнута анализу половина мозга писателя М.Е.Салтыкова-Щедрина (1826–1889) — другая половина не сохранилась. В 1924–1925 годах занялись мозгами поэтов — Ованеса Туманяна (1869–1923) и Валерия Брюсова (1873–1924).

С трудностями в добычании мозгов и оглашении результатов научных изысканий встречались и европейские «мозговеды». Судя по всему, проблемы с «материалом» испытывал в Германии О.Фогт. Возникали препятствия морального порядка и у «французского врача Гильюма, которому было поручено исследование мозга знаменитого французского писателя Анатоля Франса» (1844–1924). Об этом с горечью информировал в 1925 году журнал «Медицинский работник». Но и во Франции сопротивление семьи было преодолено. А мозг А.Франса стал широко известен как пример самого легкого из всех «выдающихся» мозгов (чуть более килограмма) и отныне служил и служит главным аргументом против увязывания веса мозга и одаренности.

Ярым борцом с предрассудками семьи и близких выдающихся покойников выступил знаменитый русский ученый, основатель ленинградской Психоневрологической академии и Рефлексологического института — академик В.М.Бехтерев. Связью особенностей мозга с гениальными качествами его носителя Бехтерев интересовался давно, еще с дореволюционных времен. Один из вариантов своего подхода к проблеме он продемонстрировал на примере исследования мозга Д.И.Менделеева (1834–1907) — в известной работе 1909 года, вышедшей в Германии на немецком языке. Впоследствии Бехтерев писал, что мозг великого химика сохранился только «благодаря содействию близкого ему профессора физики Егорова и просвещенному отношению жены к проблеме вскрытия». Подобное «понимающее» отношение ученые встречали не всегда. Так, мозг знаменитого русского пианиста, композитора и дирижера, основателя первой русской консерватории А.Г.Рубинштейна (1829–1894) спасли «для посмертного исследования и потомства благодаря тому, что вскрытие удалось провести тайком от родных», а мозг Льва Толстого и вовсе был «отдан на съедение червям вследствие преступного отношения окружающих лиц к памяти великого писателя».

О создании Пантеона СССР

Именно Бехтерев стал родоначальником перспективной идеи собирания коллекции мозгов. Этого ученого вообще отличали красота и глобальность поставленных задач. 19 июня 1927 года в одной из самых читаемых и авторитетных цент-

ральных газет, в «Известиях», публикуется статья «О создании Пантеона в СССР», в которой Бехтерев — в порядке предложения — представил свои мысли по этому вопросу на суд широкой общественности:

«Можно было бы создать настоящий пантеон для всего СССР. Но этот пантеон не должен уподобляться парижскому Пантеону, хранящему в себе гробницы с истлевающими останками небольшого числа великих людей и вообще не имеющему никакой научной ценности. Пантеон, который могла бы создать Советская Россия, должен быть высокополезным научным учреждением и в то же время учреждением общественного характера, доступным осмотру всех желающих. Он явился бы собранием консервированных мозгов, принадлежащих вообще талантливым лицам, к каким бы областям деятельности они ни относились, и в то же время пропагандой материалистического взгляда на развитие творческой деятельности человека».

Бехтерев подробно изложил доводы в пользу создания Пантеона. Конечно же не была забыта идеология. Но на первом месте все же стояли доводы научные: «При опускании в могилу тела великого человека утрачивается навсегда без пользы для кого бы то ни было и тот драгоценный материал, который давал бы возможность обнаружить путем его тщательного изучения и воочию показать, чем выражается в самой пластике мозга, во внешнем строении его борозд и извилин, в структуре их клеточных слоев, в развитии сочетательных волокон коры и сосудов мозга и в развитии и отправлениях эндокринных желез тот таинственный сфинкс, который именуется гением. Наука гениальности и одаренности, именуемая эврологией, уже намечает пути к изучению анатомической основы гениальности и одаренности — пока лишь на основании случайно добытого материала».

Не забыл Бехтерев и успокоить родственников, доказав, что манипуляции с трупом вовсе не нарушают эстетики и торжественности похоронного обряда: «Само вскрытие мозга благодаря разрезам по волосистой части головы, остающимся незаметными для окружающих после их зашивания, ни в какой мере не нарушает внешнего вида умершего, а вскрытие других частей тела — тем более». Образы гниения и истлевания, прожорливых трупных червей и бактерий проходят лейтмотивом через всю статью. Традиционные похороны Бехтерев считает неуважением и даже почти осквернением памяти покойного и не жалеет экспрессивных выражений, дабы отвлечь читателя от вредной привычки предавать тело земле.

Правда, Бехтерев понимал, что убедить родственников и близких отдать тело на удовлетворение нужд науки непросто. А потому для борьбы с мещанскими предрассудками и для успешной реализации идеи Пантеона необходимо вмешательство советской власти, которая уже имела счастливый опыт национализации практически во всех областях: «Для создания такого учреждения требовалось бы издание декрета об образовании особого комитета, которому было бы предоставлено право назначать и осуществлять вскрытие и консервирование мозгов замечательных деятелей в области политики, науки, искусства и общественности по всему СССР в целях создания в будущем музея — хранилища мозгов этих деятелей». А раз так, то одного обращения к читателям «Известий» было явно недостаточно, следовало привлечь власть, что Бехтерев практически сразу и сделал. Для такого известного человека это было несложно.

Самое интересное: что еще делали в Институте мозга

В институте занимались изучением не только материи мозга, но и особенностями личности его обладателя. Уже в 1930 году институт через прессу обратился «ко всем близким и знакомым поэта с просьбой предоставить в его распоря-



КНИГИ

жение все сведения, характеризующие В. Маяковского, а также соответствующие материалы: фото в различные периоды жизни, автографы, рисунки Маяковского, личные письма, записки и другие документы» («Литературная газета», 21 апреля 1930 года).

Чуть позже сбор характерологических данных об экспонатах коллекции стал декларироваться как основной, постоянно практикуемый в институте принцип подхода к теме. Вот эти-то сведения, собиравшиеся сотрудниками института, представляют безусловный общегуманитарный интерес и безусловную научную ценность. Сегодня такого рода источники относятся к так называемой «устной истории». Разумеется, источники в данном случае своеобразные, однако характерные для своей эпохи.

В нашем распоряжении оказались подготовительные материалы для нескольких «писательских дел», а также «Схема исследования», являющаяся подспорьем сотруднику института в изучении личности одаренного человека. «Схема исследования» представляет собой что-то вроде методического пособия, очерчивающего обширный круг тем и вопросов, на которые должен обратить внимание сотрудник. А «дела» — результат работы, проведенной в соответствии со «Схемой исследования».

Первое, что интересовало авторов «Схемы», — это «история развития данной личности»: детство, школьный период, начало самостоятельной деятельности, периоды творчества, вторая половина жизни, последние годы, смерть... То есть составлялась подробная биография.

Далее выяснялись факторы наследственности: собирались сведения обо всех родственниках по восходящей и нисходящей линиям; в качестве приложения строилась графическая схема, наподобие генеалогического древа; делались выводы.

Большое внимание уделялось конституциональным особенностям человека: фиксировались рост и вес, цвет глаз и волос, строение тела, состояние организма и т. д. Потом дело доходило до психомоторной и психосенсорной сферы, затем — до эмоционально-аффективной, волевой и интеллектуальной, до особенностей творческого процесса. Таким образом, учитывалось практически все: отношение к природе, людям, книгам, к собственному «я», пристрастия и фобии, повадки и привычки; интересовали работа, быт, половая жизнь, внимание, воображение, память...

Наконец, составлялось заключение по следующим параметрам: 1) анализ влияния факторов среды на формирование данной личности; 2) наследственность и ее особенности; 3) характеристика конституциональных факторов; 4) особенности сенсомоториума; 5) анализ отдельных сторон личности (эмоционально-аффективной, волевой и интеллек-



туальной сфер) и их взаимодействие; б) особенности творчества данной личности; 7) выделение основных особенностей характера данной личности, основного ее ядра.

В итоге возникало всестороннее описание человека, его подробнейший психологический портрет.

На основе чего составлялся такой портрет? Откуда брались сведения? Сотрудник института подробно изучал мемуарную и критическую литературу об исследуемом лице, его художественные произведения (в том числе неопубликованные), письма, рисунки, фотографии и т. п. Желательно было ознакомиться с документами, относящимися к каждому периоду: начиная с образцов почерка, ученических тетрадей и кончая материалами по истории болезни и протоколом вскрытия...

Однако самые интересные и уникальные данные черпались из устного источника, из так называемых бесед, которые проводили сотрудники института с людьми из ближайшего окружения умершего гения. Родственников, друзей и знакомых интервьюировали по указанным в «Схеме исследования» вопросам. Содержание бесед записывалось, подробные ответы информантов систематизировались и вносились в итоговый «характерологический» документ. Именно эти беседы, являвшиеся, по сути, разновидностью мемуаров, становились главным материалом для обобщений, иллюстраций и умозаключений специалистов.

В итоговом документе фамилии опрошенных не значились, информанты фигурировали под кодовыми буквенными обозначениями: «по сведениям, полученным от А.»; «как сообщил Б.» и т. д. Часто указывалось их место в жизни объекта исследования: «жена», «сестра», «друг детства» и т. д. Краткие записи бесед и ключ-дешифратор должны были прилагаться к «делу».

В итоге сведения, полученные как из устных, так и из других источников, перерабатывались и оформлялись в связный, достаточно большой по объему текст, содержащий всестороннее и уникальное описание исследуемого объекта. Видимо, подобное описание играло роль своеобразного сопроводительного документа к экспонату коллекции, ведь специфика мозговых тканей должна была, по идее, увязываться со спецификой личности.

Трудно сказать, насколько удачной оказывалась эта увязка цитоархитектоники и характерологии. Как известно, великого открытия на этом поприще не случилось. Однако характерологические очерки выдающихся людей сами по себе имеют немалую научную ценность и способны вызвать неподдельный читательский интерес.

Об архиве Григория Израилевича Полякова

Ниже (т.е. в следующих частях книги. — *Примеч. ред.*) публикуются характерологические очерки, посвященные Белому, Багрицкому, Маяковскому. Об их мозге из этих материалов решительно ничего нельзя узнать: слово «мозг» там даже не упоминается. Зато личности Белого, Багрицкого, Маяковского описаны в мельчайших подробностях и нюансах.

Составитель этого поразительного труда — сотрудник Института мозга, известный психолог и невролог, впоследствии лауреат Государственной премии профессор Григорий Израилевич Поляков (1903–1982). В середине 1930-х Поляков был еще молодым, начинающим ученым, даже не кандидатом наук. Работой над характерологическими очерками он начал заниматься, по-видимому, в середине 1930-х годов. Однако, насколько нам известно, в печати ни тогда, ни после ни один из очерков не появился. Не были бы они опубликованы и сегодня, если бы не произошедшая в музее Андрея Белого случайная встреча, о которой имеет смысл рассказать.

Несколько лет назад из различных мемуаров и писем нам стало известно, что мозг Андрея Белого поступил в Институт мозга. Эта информация заинтриговала. Попытки что-то выяснить в самом Институте мозга закончились практически ничем. По телефону сказали, что мозг Белого хоть и имеется в коллекции, но не исследовался и что никакими сведениями о работах 1930-х годов по изучению гениальности институт сегодня не располагает. Через пять минут после того, как была положена телефонная трубка, на пороге музея Андрея Белого появилась пожилая интеллигентная женщина. «Надо же, — сказала она, — я и не знала, что музей Белого существует. А ведь мой отец занимался исследованием его мозга». Это была Александра Григорьевна Полякова, дочь Григория Израилевича... Оказалось, что материалы ее отца, касающиеся Андрея Белого, а также Багрицкого, Маяковского и ряда других выдающихся деятелей искусства, науки и общественности хранились дома, в семейном архиве. Это были черновые, подготовительные варианты характерологических очерков, представляющие собой правленные листы машинописи (не первый экземпляр). Однако и в таком виде эти материалы показались нам ценнейшим источником.

Музей Белого приобрел литературную часть архива А.Г.Поляковой (Белый, Багрицкий, Маяковский) и получил разрешение на ее публикацию. Правда, Александра Григорьевна просила не упоминать при публикации ее имени и даже, если возможно, имени ее отца. Она полагала — и не без основания, — что очерки могли быть результатом коллективного труда, то есть не одного Г.И.Полякова, но и его коллег. Свое же имя она хотела оставить в тайне, потому что чего-то опасалась. Она сама работала многие годы в Институте мозга и знала, что такое прежний режим секретности. Но сейчас на дворе другие времена, никакой государственной тайны в современном ее понимании материалы архива не представляют. Она это понимала, но все равно иррационально боялась огласки. Сегодня Александры Григорьевны уже нет в живых. После некоторых раздумий мы решили нарушить данное ей давнее обещание и открыть источник публикуемых материалов. Тем более что после смерти Александры Григорьевны оставшиеся материалы Г.И.Полякова были переданы в один из государственных архивов Москвы.



Загадка над головой

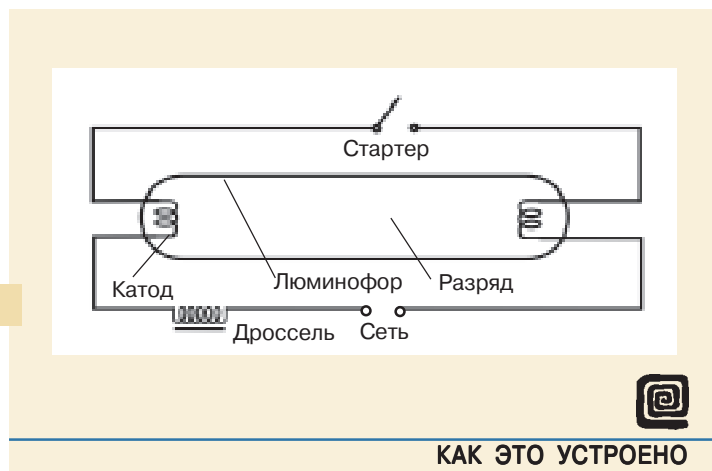
Если мы посмотрим вверх, то, скорее всего, увидим или люминесцентную лампу, или лампу накаливания. Любой технический объект — средоточие десятков инженерных решений и, следовательно, научных достижений. Вот, например, люминесцентная лампа...

Из школьного курса физики или из популярных книжек мы знаем, что в баллоне этой лампы находится газ, что ток протекает по газу потому, что в нем имеет место газовый разряд, который и светится. Но если посмотреть на лампу пристально (в отличие от лампы накаливания ничего неприятного в этом нет), то возникает несколько вопросов. Первый — почему, собственно, лампа светится так, что мы это свечение видим? Как известно, видимым светом светится молния, которая тоже есть газовый разряд, но несравненно более мощный. Ток и напряжение в люминесцентной лампе в десятки тысяч раз меньше, чем в молнии, а светится таким же светом. Странно. И тут мы вспоминаем сразу две вещи: так называемые неоновые лампы реклам, которые светятся совершенно иначе, и загадочные лампы, по форме совершенно такие же, как обычные люминесцентные, но светящиеся очень слабым темно-фиолетовым светом. Мы видели подобные лампы в ларьках, где торгуют светящимися в темноте игрушками, а кто ходит на дискотеки — могли видеть их там.

Так вот, этот слабый свет и есть видимая часть излучения газового разряда при тех его параметрах, которые свойственны люминесцентной лампе. Но в основном излучает этот разряд в ультрафиолетовой области. Такое излучение имеет высокую энергию (напомним, что энергия кванта пропорциональна частоте), оно возбуждает люминесценцию, поэтому и светятся украшения на стенах зала — лю-

минесцентные краски, игрушки, сделанные из пластмасс с соответствующими добавками, и, наконец, обычные, но фиолетовые, люминесцентные лампы. Баллон лампы покрыт изнутри люминофором — веществом, поглощающим ультрафиолетовый квант и излучающим в видимой части спектра. Состав люминофора определяет конкретный спектр излучения, и лампы бывают разные. В местах, где ламп много (например, на некоторых станциях метро), видно, что лампы светятся по-разному: одни светятся немного желтее, другие — белее. Соответственно они называются лампами дневного света и лампами белого света, хотя в разговорной речи их всех называют лампами дневного света. Заметим, что люминесцентные покрытия совершенно так же применяются для преобразования синего света в белый в светодиодах. Белый светодиод — это синий, в котором на излучающую поверхность кристалла нанесено покрытие.

На этом наши вопросы к газовому разряду не закончились. Сам разряд имеет низкое сопротивление, и если «воткнуть» лампу прямо в сеть, то хорошо, если просто сработают предохранители. Включать лампу просто через сопротивление нельзя — будет зря выделяться мощность. Но можно включить разряд через дроссель — это реактивное (индуктивное) сопротивление, и в нем не выделяется мощность. Точнее, выделяется, но небольшая — за счет потерь на перемагничивание железного сердечника дросселя. Итак, проблему с включением низкоомного разряда в сеть мы решили, но включать пока нечего, самого разряда у нас нет. Ибо если к газоразрядной лампе просто приложить сетевое напряжение, ток не пойдет, а разряд не загорится. Чтобы это произошло, надо внести в газ носители заряда. Сделать это легко: в



КАК ЭТО УСТРОЕНО

торцах лампы устанавливаются два катода — металлические проволочки, покрытые веществом, которое начинает испускать электроны при нагреве. Включив лампу, мы пропустим ток по проволочкам, нагреем катоды, и они начнут эмиттировать электроны в газ. Когда разряд загорится, мы отключим накал и эмиссия будет поддерживаться за счет бомбардировки катодов ионами. И вроде бы все хорошо, но как-то не хочется всякий раз при включении лампы дополнительно включать и отключать накал. И еще: а вдруг лампа почему-то погаснет, например из-за кратковременного отключения энергии. Ну и что, опять бежать и нажимать?

Разумеется, нынче существуют так называемые «схемы поджига», которые обеспечивают зажигание разряда. Но самое первое и наиболее распространенное на сегодня решение таково. Последовательно с нитями накала включается так называемый «стартер». Собственно, это и есть выключатель, только автоматический. В нем ток протекает по биметаллической пластинке, при этом она нагревается, два металла расширяются по-разному, пластинка изгибается и размыкает цепь. В начальный момент ток течет по нитям катодов и стартеру, все они греются, катоды выдают электроны в лампу, стартер через некоторое время размыкается, и катоды перестают греться. Казалось бы, все, лампа светит. Но жизнь не стоит на месте.

Стартер остывает, замыкается, закорачивает лампу (см. схему), катоды начинают греться, но лампа-то при этом гаснет! Поскольку в реальной ситуации — посмотрите вверх —

этого не происходит, значит, стартер работает иначе. И действительно, проверив стартер любым омметром или просто с помощью батареек и лампочки, мы немедленно узнаем, что в холодном состоянии стартер разомкнут. Теперь понятно, почему после охлаждения он не закорачивает лампу. Но возникает другой вопрос: как он обеспечивает протекание тока через нити накала, если разомкнут?

Если наблюдать за лампой, то мы немедленно увидим, что в момент включения стартер светится, причем свечение стартера возникает мгновенно. Стало быть, это газовый разряд. Зазор между контактами в стартере мал, при напряжении в сети он пробивается, начинает идти ток, катоды и стартер греются, электроны поступают в лампу, загорается основной разряд, тем временем контакты в стартере расходятся, разряд в нем гаснет, ток через нити накала прекращается, стартер начинает остывать, его контакты сближаются... караул! Сейчас в стартере загорится разряд, он закоротит лампу...

К счастью, не все так плохо. На горящем разряде напряжение существенно меньше сетевого. И при этом небольшом напряжении стартер не пробивается. Вот если почему-то разряд в лампе погаснет, то на ней и на стартере окажется все сетевое напряжение, стартер пробьется, катоды начнут греться, основной разряд загорится.

И мы сможем сидеть под лампой, писать заметку о том, как она работает, читать наш журнал и вообще делать все, что нам удобнее делать при свете.

Л.Намер

Двойники в мире кристаллов



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Б.З.Кантор

Как мы поступаем, оказавшись где-нибудь в толпе в тесном соседстве с не очень воспитанным гражданином, обремененным громоздкой ношей? Стараемся сжаться, «сгруппироваться» — в общем, уберечься от рискованных контактов. Физик назвал бы данный пример иллюстрацией, на бытовом уровне, физического принципа Ле Шателье: тело или система тел реагирует на внешнее воздействие таким образом, чтобы это воздействие уменьшилось.

Не обладая нашей способностью выбирать способ поведения, минералы реализуют упомянутый принцип тривиально: под достаточно сильным механическим воздействием они деформируются либо просто-напросто разрушаются, тем самым иногда уменьшая воздействие. Но бывают и исключения, удивительно напоминающие разумное поведение.

Кристалл кальцита, осторожно подвергнутый одностороннему сжатию, не спешит рассыпаться на обломки, а складывается, укорачиваясь в направлении сжимающей силы, как бы уходя от нее (рис. 1).

Что же произошло? Представим для простоты кристаллическую решетку в виде двух систем параллельных рядов частиц. Под воздействием внешней силы часть решеткой совершила, как на шарнирах, поворот (рис. 2). После этого в повернутой

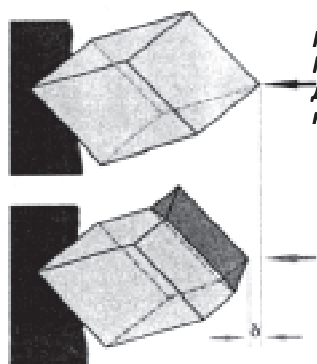


Рис. 1
Механическое
двойникование
кристалла кальцита

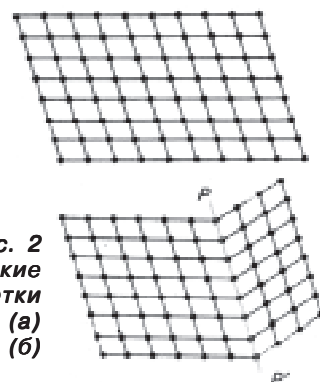


Рис. 2
Кристаллические
решетки
монокристалла (а)
и двойника (б)

части ряды одного направления остались параллельны таким же рядам в остальной части решетки, тогда как ряды другого направления встали в положение, симметричное соответствующим рядам относительно некоторой оси или плоскости PP' . В итоге с каждой стороны от границы раздела все по-прежнему, и кальцит не перестал быть кальцитом. Сохранилось и единство кристалла, так как единой осталась кристаллическая структура. Правда, в ней появился дефект — граница между обеими частями. Но в энергетическом отношении это все же значительно выгоднее других способов пластической деформации, при любом из которых возникает множество энергоемких структурных дефектов.

Наше построение, конечно, упрощено. Тем не менее, будучи проде-

Фото 1
Двойник ставролита.
Ширина 6 см. Кейвы,
Кольский полуостров (все фото,
кроме 4б — автора)

лано с гораздо более сложной реальной решеткой, оно привело бы к тому же принципиальному результату. Все это называется механическим двойникованием, его продукт — двойником. Механическому двойникованию подвергаются зерна кальцита, образующие известняк, когда тот под влиянием нагрева и сжатия превращается в мрамор. Нельзя не признать, что, двойникуясь, кристалл не только избежал разрушения, но и сделал это наиболее «разумным», экономным способом.

Впрочем, как бы ни увлекала воображение подобная приспособительная реакция кристалла, в меньшей мере поразительно своеобразии внешних форм двойников. Оно просто бросается в глаза на тех двойниках, что возникают при росте кристаллов в свободных про-

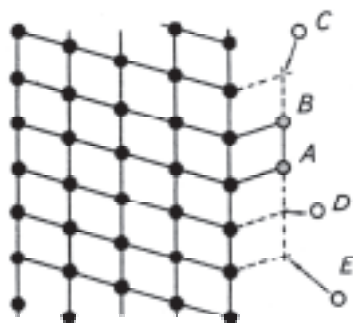


Рис. 3
Зарождение
ростового двойника:
частица А случайно заняла
двойниковую позицию,
следом за ней эту позицию
повторяют частицы В, С, D, Е...

странствах — там, где они могут принимать свойственный им облик.

Причина «ростового» двойникова-ния — некоторые сбои кристаллизации. Растущий кристалл адсорбирует частички и встраивает их в свою структуру; каждая частичка повторяет положение такой же предыдущей. Но вот одна из них случайно стала в двойниковую позицию, и следом за ней такую же позицию повторяют следующие частицы (рис. 3); в итоге вырастает двойник. Ростовое двойникование большей частью происходит при высоком пересыщении питающего раствора и на самой ранней стадии, когда кристаллический зародыш еще слишком мал и слаб, чтобы уберечься от ошибок роста. Получается как бы симметричный сросток двух индивидов. Если же провоцирующая флуктуация случается на более поздней стадии, то вырастает двойник из разновеликих индивидов. Дополнительная симметрия, которой нет в одиночном кристалле, придает ему эlegantное изящество, делая двойники цветами минерального царства.

Посмотрите, например, на двойник ставролита — силиката железа и алюминия $(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{Al}_9[(\text{SiO}_4)_4\text{O}_6(\text{OH})_2]$ (фото 1). Такие двойники — обыч-



ная форма этого минерала, даже само его название дано от греческого «*staurol*» — крест. Кресты ставролита обычно мелки и лишь изредка достигают 15–20 см (на Кольском полуострове). Находки таких нерукотворных каменных крестов издавна окружены легендами и мистическими поверьями, а в горных деревнях Швейцарии им до сих пор приписывают силу амулетов. В конце XIX столетия маленькие ставролитовые крестики нашли в американском штате Вирджиния; была газетная сенсация, специалисты заговорили о новом минерале, хотя ставролит был известен уже целое столетие. На украшения и запонки из этих крестиков возникла такая мода, что их даже стали подделывать. Один из самых нарядных крестиков был в 1893 году преподнесен в дар президенту Г.Кливленду.

В двойнике ставролита индивиды пересекают друг друга, а в так называемом карлсбадском двойнике полевого шпата $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ они как бы обнимаются (фото 2). Тот, кто инте-

Рис. 4
Две разновидности
карлсбадских двойников

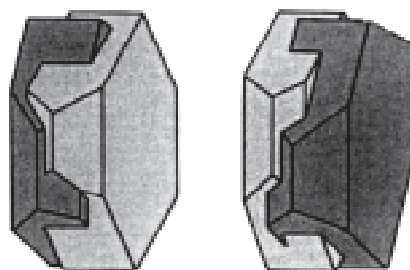


Фото 3
Двойник хромистого титанита.
Высота 7 мм. Сараны, Урал

Фото 2
Карлсбадский двойник
полевого шпата. Высота 6 см.
Северный Таджикистан

ресуется вопросами симметрии, заметит, что у таких двойников должны быть две энантиоморфные разновидности (рис. 4). Название этому типу двойников дал И.-В.Гёте: знаменитый поэт был еще и крупнейшим коллекционером и знатоком минералов. Гёте остроумно продемонстрировал различие между карлсбадскими двойниками, складывая руки вместе то ладонями, то тыльными сторонами. Но прав был лишь отчасти: в отличие от правой и левой руки, индивиды в карлсбадском двойнике связаны не зеркальной, а осевой симметрией.

На обоих рассмотренных примерах заметна еще одна весьма характерная деталь — «входящие», то есть направленные внутрь кристалла, углы. Монокристаллам иметь такие углы не положено. Эта особенность двойника порой полностью определяет его облик. Так, плоский кристалл зеленого хромистого титанита $(\text{Ca}, \text{Cr})\text{Ti}[\text{SiO}_4]\text{O}$ двойникованием превращается в «лодочку» (фото 3). В каких случаях входящий угол столь заметно влияет на форму двойника? Скорость роста кристалла, в том числе сдвойникового, зависит от интенсивности массопереноса вещества к его поверхности и от адсорбции частиц на ней. Если скорость роста ограничивается массопереносом, то обе «половинки» развиваются равномерно. Если же она зависит лишь от адсорбции, то входящий угол адсорбирует больше частиц (частица связывается сразу с двумя плоскостями, то есть сильнее, чем с одной). Входящий угол



Фото 4
Японские
двойники кварца:
а – равномерного роста;
2,5 см, Дальнегорск,
Приморский край;
б – высотой 30 см,
рудник «Отоме», Япония
(фото И.Лебе
с разрешения
журнала «Lapis»)



Фото 5
Кристалл
галенита.
Ширина 3 см.
Мадан,
Болгария

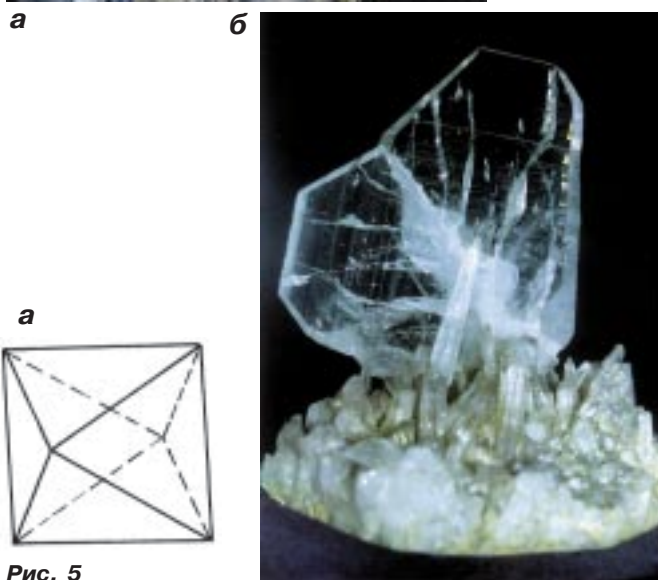


Фото 6
Двойник
галенита.
11x10x0,8 см.
Дальнегорск,
Приморский
край



Фото 7
Сложные
двойники
кальцита.
Высота 4 см.
Дашкесан,
Азербайджан

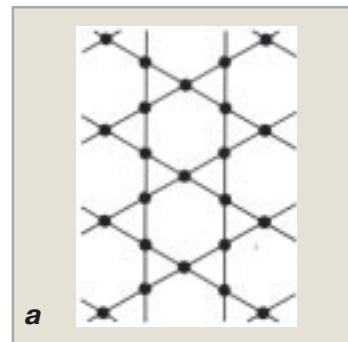
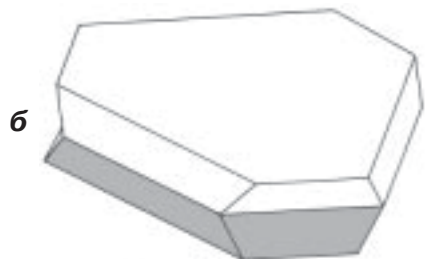


Рис. 5
а – октаэдрический
кристалл галенита,
б – двойник, разросшийся
по входящим углам



становится предпочтительным местом кристаллизации, здесь она идет с наибольшей скоростью. Двойник в этом случае опережает в росте окружающие кристаллы, и кроме того, становится плоским, так как разрастается преимущественно в области входящего угла. На фото 4, а и б, показаны для сравнения двойники кварца, выросшие в разных условиях (минералогии называют их «японские»). Двойник галенита PbS, обычно кристаллизующегося в октаэдрах или кубах (фото 5), вследствие такого искажения (рис. 5) может принять форму тонкой, как фанера, пластинки (фото 6).

Входящие углы, а также несвойственные монокристаллам расположение спайных трещин (фото 7, 8) служат внешними признаками двойников.

Многokrратно повторяющееся двойникование называется полисинтетическим. Сущность его поясняет фото 9 редкого двойника самородной серы, состоящего из трех индивидов. Видно, что все они параллельны друг другу, но каждый находится в двойниковой — обращенной — позиции относительно смежных. Полисинтетическое двойникование распространено среди минералов семейства полевых шпатов. Преломление света в тонких

двойниковых пластинках полевого шпата лабрадора $(Ca,Na)[(Al,Si)_2Si_2O_8]$ создает красивую интерференционную картину, так называемую иризацию (фото 10). Лабрадор широко известен по загорающимся синими, зелеными, желтыми огнями «глазкам» в том темном камне, который используют как облицовочный материал. Впервые этот минерал был в 1770 году привезен миссионерами с полуострова Лабрадор, где его носили как украшение эскимосские вожди, называвшие его «огненным камнем».

Двойникованию могут подвергаться не только растущие, но и взрослые кристаллы, уже закончившие



Фото 8
Сдвойникованный призматический кристалл кальцита. Высота 5 см. Дашкесан, Азербайджан. Вдоль вертикальной оси кристалла виден входящий угол, заметно характерное взаимное положение спайных трещинок



Фото 9
Полисинтетический двойник самородной серы. Ширина 5 см. Новояворовское месторождение, Украина

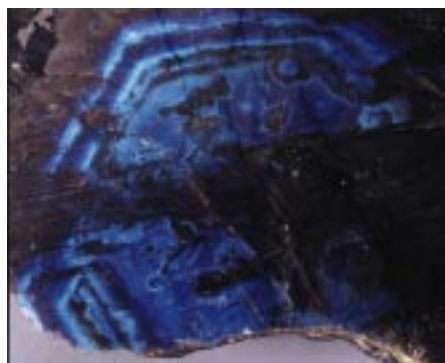


Фото 10
Интерференция света (иризация) в двойниковых пластинках лабрадора. Величина «глазка» 3,5 см. Головино, Украина

Рис. 6
Кристаллические структуры высокотемпературного (а) и низкотемпературного (б) кварцев и дофинейского двойника (в)

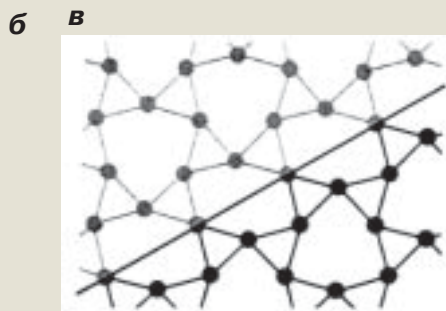


Фото 11
Дофинейский двойник кварца. Высота 7 см. Приполярный Урал



рост. В этом случае двойникование связано с перестройкой кристаллической структуры, вызванной фазовыми превращениями при понижении температуры и давления. Ближайший пример таких двойников — очень важный для техники кварц, минерал большей частью высокотемпературного происхождения. При остывании до 573°C происходит перестройка кристаллической структуры кварца (рис. 6, а, б), сопровождаемая двойникованием (рис. 6, в). Поскольку перестройка идет одновременно во всем теле кристалла, возникает несогласованное двойникование в разных его областях, то есть оба индивида как бы прорас-

тают сквозь друг друга. Такие двойники названы дофинейскими по местности во Франции, где они были впервые описаны. Из рис. 6, в видно, что структура дофинейского двойника симметрична относительно оси, перпендикулярной границе раздела. Внешне эти двойники почти не отличаются от монокристаллов (фото 11); их выдают лишь извилистые двойниковые границы на гранях («швы»), изредка — второстепенные детали ограничения. Двойникование значительно ухудшает качество природного пьезокварцевого сырья. Кондиционные несдвойникованные кристаллы этого широко распространенного минерала, со-

ставляющего более 12% земной коры, относительно редки и по этой причине весьма дороги.

Двойники чем-то напоминают сиамских близнецов, а в английском и немецком языках они и называются близнецами: twins, Zwillinge. Среди людей близнецы нечасты: каждая двойня приходится в среднем на 85 новорожденных, тройня — на 8 тысяч, четверня — на 20–50 тысяч; рождение пятерых близнецов — случай и вовсе исключительный. В мире минералов близнецам отведено гораздо больше места, а некоторые минералы встречаются почти исключительно в таком виде.



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Разные разности

Выпуск подготовили

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

Если бы вы оказались в Англии двести четырнадцать миллионов лет назад, то никаких холмистых полей, покрытых свежей зеленой травкой, вы бы там не нашли. А увидели бы бесплодную пустыню, где между редкими папоротниками бродили бы рептилии и сновали мелкие млекопитающие. Зато вам бы довелось наблюдать яркую вспышку над горизонтом и дождь из горячих камней и пыли, закрывший солнце. Это на Квебек, что в Канаде, упал пятикилометровый астероид. Он оставил после себя стокилометровый кратер Маникуаган, хорошо заметный из космоса. В то далекое время Атлантического океана еще не было, и Северная Америка лежала намного ближе к Европе.

Один из горячих камней долетел почти до Бристоля (на юго-западе Англии), где его лет двадцать назад нашли геологи из Абердинского университета. «Мы обнаружили свидетельства мощной ударной волны. Она разбросала расплавленные камни и пыль, оставила за собой тонкий слой стеклянных бусин и разрушила крупницы минералов в древней английской земле», — рассказывает Г.Волкден, отыскавший камень. Ударная волна от такого астероида была в сорок миллионов раз мощнее той, что образовалась после взрыва в Хиросиме. Тем не менее это столкновение оказалось не таким ужасным, как падение космического пришельца в Мексике 65 миллионов лет назад, уничтожившее динозавров.

Только недавно С.Келли из университета в Милтон-Кейнесе (Англия) выяснил, что необычному камню с мелкими зеленоватыми шариками, вкрапленными в розовую породу, почти двести четырнадцать миллионов лет. Ученые теперь ищут другие следы канадского удара («BBC News», 2002, 16 ноября).

Когда мы едим блюдо, приготовленное из фасоли или сои, то очень скоро ощущаем сытость. Сотрудники Калифорнийского университета в Дэвисе уверены, что это ощущение создается при участии гормона холецистокинина. Известно, что его выделяет тонкая кишка во время поглощения жирной пищи и что он заставляет сокращаться желчный пузырь. Вероятно, это своеобразный химический сигнал, который в ответ на поступление жира сообщает мозгу о насыщении. По всей видимости, грубая пища с большим количеством волокон, например бобовые, включает тот же сигнальный механизм.

В эксперименте, проведенном авторами работы, приняли участие равное число мужчин и женщин. Им предложили три варианта меню на завтрак: пищу с низким содержанием жира и волокон; нежирную, но сильно волокнистую еду и жирную, с небольшим количеством волокон. У каждого брали пробы крови до еды, во время и после, чтобы определить содержание холецистокинина. Оказалось, что чем оно выше, тем более сытым чувствует себя человек. У женщин большее чувство сытости вызывает не только жирная, но и грубая пища, в то время как мужчины быстрее наедаются нежирной, а на всю остальную реагируют одинаково.

«Результаты опытов свидетельствуют, что добавление бобовых в пищу вызывает насыщение не только потому, что такая пища занимает больший объем в желудочно-кишечном тракте, но и благодаря тому, что она стимулирует выделение гормона холецистокинина», — говорит руководитель исследования Б.Шнееман («EurekAlert!», 2002, 31 октября).

Многие ученые ломали голову над тем, почему у рыбы-молот такая странная форма головы. Существовало несколько объяснений. Некоторые предполагали, что эта акула использует свой молот в прямом смысле этого слова — наносит им удар по своей жертве. Более правдоподобной казалась другая версия: у таких акул больше размер электрорецепторов на головах, они реагируют на менее сильные электрические поля и «видят» добычу издалека, в отличие от своих «узколобых» собратьев. Благодаря этому они лучше охотятся за добычей.

С.Каджиура и К.Холланд из Гавайского университета решили проверить эту гипотезу. Они поселили в неглубоком бассейне нескольких молодых акул и имитировали электрические поля, которые создают плавающие близко к поверхности креветки и рыбы — основная пища «молотов». Как и ожидалось, акулы резко разворачивались в сторону предполагаемой добычи, едва засекли электрическое поле. Однако они чувствовали «жертв» на таком же расстоянии, что и другие акулы. Значит, широкая голова в этом случае не дает никаких преимуществ. Возможно, дело в том, что акула-молот «прочесывает» морское дно гораздо более широкими полосами, а это увеличивает ее шансы на обнаружение добычи.

К тому же оказалось, что акула-молот, обнаружив электрическое поле, разворачивается гораздо быстрее, чем другие рыбы. Вероятно, это происходит благодаря ее очень тонкому телу. Но Каджиура уверяет, что лучшую маневренность обеспечивает именно голова.

Ученые работали с молодыми особями. Но возможно, взрослые акулы имеют дополнительные преимущества от такой формы головы («New Scientist», 2002, 7 ноября).



Американские химики разработали миниатюрный источник тока для организма. Это не обычная батарейка, которая со временем разряжается. Для выработки тока она окисляет химические вещества организма и поэтому работать будет очень долго. Возможно, в будущем с помощью таких батареек человеческое тело будет самостоятельно производить электроэнергию для питания имплантантов.

Биотопливная батарейка преобразует в электричество энергию реакции глюкозы с кислородом. Ее можно поместить, например, под кожу или в спинной мозг, главное — чтобы был контакт с биологической жидкостью, содержащей глюкозу.

Батарейки, работающие на биотопливе, — не новинка. Устройства, которые преобразовывали энергию реакции глюкозы с кислородом в электричество, были изобретены почти 40 лет назад. Однако для использования в организме они должны быть маленькими, устойчивыми к коррозии, биосовместимыми и достаточно мощными. А.Хеллер из Техасского университета в Остине и его коллеги считают, что их устройство удовлетворяет всем этим требованиям.

Батарейка состоит из двух углеродных волокон-электродов длиной 2 см и толщиной 7 мкм. Один электрод покрыт полимером и ферментом глюкозооксидазой, которая отнимает электроны у глюкозы. Затем они попадают на второй электрод. Он покрыт другим катализатором, тоже связанным с полимером, и отдает электроны растворенному кислороду. В результате вырабатывается электрический ток.

Устройство работает при 37°C и pH 7,2. Его мощность — 1,9 микроватт. Этого достаточно, чтобы питать миниатюрный сенсор, следящий за уровнем глюкозы у больных диабетом, но для искусственного сердца батарейка слишком слаба, к тому же она живет пока совсем недолго («Nature News Service», 2002, 14 ноября).

Израильские экологи обнаружили, что стебли и цветки некоторых растений покрыты отметками, похожими на гусениц, муравьев и тлей. Растения выглядят так, будто на них сидят кусающие, жалящие или отвратительные на вкус насекомые, и это отпугивает больших травоядных животных, например оленей. Не нравятся они и вредителям, которые ищут пищу или хотят отложить на растении яйца.

С.Лев-Ядун и М.Инбар исследовали полдюжины растений, которые, как они считают, имитируют насекомых. Некоторые из них могут ввести в заблуждение даже людей. Они вспоминают, как показывали коллеге фотографии растений семейства гороховых, у которых стручки по форме и цвету похожи на ядовитых гусениц. Тот вполне серьезно спросил: «Что это за гусеницы?» У одного из видов ромашки на стеблях есть черные точки, напоминающие муравьев, которые атакуют других насекомых и даже крупных животных. Понятно, что растению выгодно изображать их присутствие.

Возможно, растения в самом деле развили в себе способность имитировать насекомых, соглашается Д.Маллет из Университетского колледжа в Лондоне. Однако нужно еще проверить, действительно ли растения-обманщики реже подвергаются атакам со стороны травоядных животных.

Множество насекомых притворяются растениями, чтобы их не съели, а наоборот происходит редко. Некоторые орхидеи выглядят и пахнут, как самки пчел, и это помогает им распространять пыльцу. Когда привлеченный запахом самец подлетает к орхидее, на него сыплется пыльца, которую он разносит.

Авторы работы считают, что существует несколько тысяч видов растений, имитирующих насекомых («Nature News Service», 2002, 14 ноября).

Знаменитые английские сады и парки под угрозой. В течение ближайших 50–80 лет станет все труднее поддерживать газоны, которыми так славится эта страна. Садоводам придется обратить внимание на новые, субтропические и тропические культуры; сады и парки, вероятно, станут выглядеть совсем иначе. А виновато в этом глобальное потепление.

Мороз зимой теперь редкость, весна приходит рано, средняя годовая температура растет, зимой выпадает больше осадков, а лето становится жарче и суше. В таких условиях трудно сохранять исторические ландшафты, сформированные совсем при другом климате. Однако садоводам предоставляется возможность поэкспериментировать с экзотическими цветами и фруктовыми деревьями, учитывая, конечно, особенности английского климата. Средиземноморские растения, например, плохо переносят избыток влаги. Поэтому основной заботой и при сохранении старого, и при попытках привить новое станет ирригация, умение разумно использовать водные ресурсы.

«Мы видим, как влияют неожиданные погодные явления на дикую природу, исторические памятники, реки и озера, побережья и сады. Мы пытаемся оценить эти климатические изменения, — говорит Ф.Рейнольдс, возглавляющая Национальное общество охраны памятников. — Ученые исследуют воздействие климата на сады и парки, а садоводы должны что-то предпринимать», — полагает она («BBC News», 2002, 19 ноября).

Фотосинтез — процесс очень сложный, в нем участвует много белков. Как он возник у бактерий, неясно. Ученые из университета Аризоны попытались ответить на этот вопрос.

Профессор биохимии Р.Бланкеншип и его коллеги предположили, что система фотосинтеза не эволюционировала от одного общего предка, шаг за шагом накапливая мелкие различия, а сформировалась благодаря горизонтальному переносу генов. Нескольких видов бактерий обменивались генетическим материалом, пока не собрали вместе различные биохимические системы, возникшие для других нужд. «Сложная ферментная система фотосинтеза была собрана из готовых кусков, как в лавке старьевщика. Там подклеили, здесь подлатали — и готово новое изделие. Все метаболические пути, используемые бактериями для фотосинтеза, уже у них были, их просто чуть-чуть изменили и подогнали друг к другу», — считает Бланкеншип.

Авторы работы проанализировали 188 генов, общих для пяти видов фотосинтезирующих бактерий, и построили компьютерную модель, описывающую родственные отношения этих видов. Оказалось, что по разным группам генов происхождение микроорганизмов реконструируется не одинаково. Значит, у генов фотосинтеза разная эволюционная история. Они объединились в систему при слиянии клеток разных видов бактерий либо при переносе генетических блоков одной бактерии в геном другой. Это происходило не раз.

Так могут возникать и другие многоферментные процессы. С помощью горизонтального переноса генетического материала Бланкеншип хочет создавать новые процессы в бактериях — например, многоступенчатый синтез лекарственных препаратов («Science», 2002, 22 ноября).



Л.Стрельникова

Чего хотят ХИМИКИ

Х

имики хотят хорошей работы.

Однако понятие «хорошая работа» отнюдь не предполагает лишь приличную зарплату. Конечно, это условие необходимое, но вовсе не достаточное, и по значимости оно стоит далеко не на первом месте. Для истинного химика прежде всего важно, чтобы рабочее место было хорошо оснащено, чтобы не было проблем с реактивами и аналитическим оборудованием и чтобы был свободный и быстрый доступ к оперативной научной информации со всего мира. Именно это позволяет ученому реализовать свой потенциал, образование и накопленные знания. Это первая и, пожалуй, самая главная группа требований. Дальше следует возможность карьерного роста, повышения квалификации и установления международных контактов и, наконец, нормальная зарплата.

Согласно опросу, который проводили ученые Института социологии РАН в 18 научных институтах и нескольких престижных вузах столицы, именно эти обстоятельства и именно в такой последовательности побуждают наших ученых уезжать на работу за границу. Многие химики считают, что найти такую работу в России сегодня невозможно. Но к счастью, ситуация меняется.

У журнала «Химия и жизнь» есть постоянный и дружеский партнер — компания ChemBridge Corporation, работающая в России уже девять лет. Свой очередной день рождения она отметила в октябре. За эти годы у компании сложилась хорошая репутация, а в научных кругах она известна, как первая компания в России, открывшая в Москве химические лаборатории мирового уровня и предоставившая российским химикам возможность работать, реализовывать свой потенциал и нормально жить, с помощью многочисленных социальных программ ChemBridge. Мы часто публикуем объявления компании, приглашающие химиков на собеседование, рассуждая об олимпиадах, конкурсах и конференциях, проводимых ChemBridge. А недавно побывали в гостях в лаборатории, которую компания арендует в старом

здании МИТХТ им. М.В.Ломоносова (Москва, ул. Малая Пироговская). Один шаг за дверь, которая открывается магнитной картой, и вы попадаете в настоящую европейскую лабораторию. Здесь есть все, что нужно для спокойной и творческой работы химика-синтетика: прекрасная импортная посуда, замечательные роторные испарители, всяческие пипетки и дозаторы самых последних моделей. Если вдруг чего-то не хватает, достаточно написать заявку и передать ее в соответствующую службу компании: на следующий день реактив будет на вашем столе. Отдельный аналитический отдел оснащен самым современным ЯМР, жидкостными хроматографами и масс-спектрометрами. Одним словом, есть возможность на работе думать только о работе и заниматься научно-исследовательскими разработками. На окнах цветы и аквариумы с рыбками, на сотрудниках красивые халаты корпоративного голубого цвета.



Компания ChemBridge Corporation — один из самых активных участников мировой революции в области фармакологии. В ее лабораториях — в Москве и Сан-Диего — ежедневно синтезируют огромное количество органических соединений, обладающих в потенциале полезными биологически активными свойствами. Эти вещества по особой методике скрининга (см. «Химию и жизнь», 1999, № 9) проверяют на активность и самые удачные варианты посылают для дальнейшей работы клиентам — крупнейшим фармацевтическим компаниям. Так что сотрудники ChemBridge работают в интересах человечества, в рамках международной программы по созданию новых лекарств и совместно с мировыми лидерами фармацевтической индустрии.

Кто работает в московских лабораториях ChemBridge? Российские химики, выпускники наших основных химических вузов — Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, РХТУ им. Д.И.Менделеева и МИТХТ им. М.В.Ломоносова. По мнению руководителей компании, в этих вузах дают отличное химическое образование мирового

уровня, поэтому лучших студентов поддерживают спонсорскими стипендиями компании ChemBridge. Но это вовсе не означает, что в компании могут работать одни москвичи. Специалисту из другого города России, успешно прошедшему собеседование, компания обеспечит жилье в Москве. Кроме того, ChemBridge постоянно направляет сотрудников на стажировку в свои американские лаборатории в Сан-Диего — опыта набраться и западный мир посмотреть. Впрочем, все они охотно возвращаются домой, в Россию. Ведь в московских лабораториях ChemBridge условия такие же, как и в Сан-Диего, а зарплата позволяет жить нормально. Нередки даже случаи, когда российские химики, уехавшие работать на Запад в другие фирмы, возвращаются обратно в Россию и идут работать в ChemBridge. Надо отметить, что и с информационным обеспечением, и с карьерным ростом здесь тоже все в порядке. Сотрудникам ChemBridge не нужно тратить время на походы в библиотеки и поиски научных журналов. Базы данных этих журналов доступны каждому на рабочем месте в режиме on-line. Сотрудники компании параллельно с работой могут учиться в аспирантуре и, конечно, двигаться по служебной лестнице от стажера до завлаба. Иными словами, есть возможности для удовлетворения здоровых амбиций. Что касается возраста, то, к примеру, возраст руководителей лабораторий колеблется от 28 до 57 лет. Здесь ценят умение и желание работать, опыт и квалификацию.

Например, одна из первых сотрудниц лаборатории компании, Наташа Иванова, окончила МИТХТ им. Ломоносова в 1996 г. Во время работы над дипломным проектом она поступила в ChemBridge. Сейчас Наташа возглавляет лабораторию, в которой трудится около 20 синтетиков. «Сложно ли руководить? У нас такие сотрудники, которыми и руководить не надо. Им надо просто иногда помогать», — говорит Наташа Иванова. Другой пример: Игорь и Дима пришли в компании сразу после окончания Высшего химического колледжа при РХТУ. Уже через год они оказались в лаборатории ChemBridge в Сан-Диего. Проработав там год, ребята вернулись в Москву, чтобы, поступив в аспирантуру, продолжить карьерный рост в компании. «Тематическим направлением моей диссертации, по-видимому, будет новейшая технология органического синтеза с использованием микроволнового излучения, и мне приятно, что мы будем в числе первых в России, осваивающих

эту технологию», — говорит Игорь. Еще один сотрудник, Владимир Трухан, защитив кандидатскую диссертацию в Институте химической физики в Черноголовке, проработав в Химическом центре Лундского университета (Швеция) три года. Приехав в Москву в отпуск, он узнал о ChemBridge и уже через несколько месяцев вернулся в Россию. «Работа в нашей компании позволяет полностью реализовать потенциал ученого, ну а условия здесь ничуть не хуже шведских», — считает Игорь.

Каждый синтетик сегодня может прислать свое резюме в компанию, независимо от того, в каком городе он живет. Ежедневно в компанию приезжают на интервью несколько человек, после чего один из трех-четырех становится сотрудником ChemBridge. Интересно, что потребность в химиках не уменьшается: компания расширяет свои лаборатории в Москве и Сан-Диего, так что опытные специалисты и хорошие руки здесь всегда нужны. Для тех, кто хочет лично убедиться в том, о чем мы рассказали, компания периодически проводит дни открытых дверей. Можно пройти по лабораториям, поговорить с сотрудниками.

Компания ChemBridge известна и своими ежегодными, ставшими традиционными научными конференциями по органической химии, а также недавно открытым первым в Москве магазином-складом химических реактивов (10 000 наименований). Совместно с Химическим факультетом МГУ ChemBridge каждый год проводит олимпиады по органической химии для молодых ученых, аспирантов и студентов-химиков, на которых успешно выступают читатели нашего журнала. В ноябре на Химическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова завершился очередной 13-й Менделеевский конкурс студенческих работ по химии, в котором участвовали около 60 студентов из разных вузов России. Компания ChemBridge выступала одним из спонсоров этого мероприятия. На встрече с участниками конкурса ребятам предложили заполнить анкету, среди вопросов которой был: «Где бы вы хотели работать после получения диплома?» Несколько человек написали: «ChemBridge». Ну что ж, молодое поколение выбирает ChemBridge, потому что здесь могут дать химикам то, чего они хотят.





Всероссийская Олимпиада

по органической химии

в апреле 2003 г. в Москве на Химическом факультете МГУ

- * Фирма ChemBridge Corporation
- * Химический факультет МГУ
- * Высший химический колледж РАН
- * при информационной поддержке журнала «Химия и жизнь» приглашают студентов старших курсов, аспирантов и молодых ученых до 30 лет принять участие во Второй Всероссийской олимпиаде по органической химии, проводимой в рамках Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2003»

Победителей ожидают денежные призы. Специальный приз по случаю 10-летия Фирмы ChemBridge Corporation — 5 тыс. рублей лучшему среди молодых химиков, участвующих в Олимпиаде повторно. Все победители получают приглаше-

ния для участия в 4-м Всесоюзном Симпозиуме по Органической Химии, который будет проходить на теплоходе «Валериан Куйбышев» по маршруту Москва–Углич–Москва с 4 по 6 июля 2003 г. со 100% оплатой генеральным спонсо-

ром Симпозиума Фирмой ChemBridge Corporation.

Все участники Олимпиады будут приглашены на уникальную Химическую лотерею, проводимую Фирмой ChemBridge Corporation.

Мы ждем Вас! Приходите и побеждайте!

Заявки присылайте до 28 марта 2003 г., регистрация в день проведения Олимпиады не гарантирует предоставления пакета Участника Олимпиады.

Подробности о проведении Олимпиады вы можете узнать на нашем сайте www.chembridge.ru

Предлагаем вашему вниманию задачи для разминки. Эти задачи и регистрационную форму Участника Олимпиады вы можете найти также на нашем сайте <http://www.chembridge.ru/>.

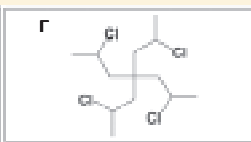
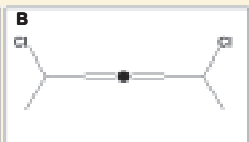
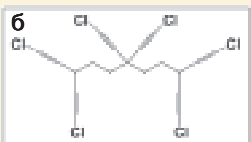
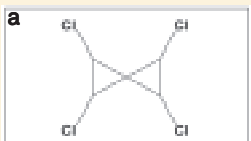
Если решения будут правильными, иногородним участникам компания компенсирует транспортные расходы, а москвичи получают сувениры Фирмы ChemBridge Corporation

Задание № 1

Рассмотрите множества пространственных изомеров для структур а – г, ориентируясь на конфигурационные (не конформационные) различия в их строении.

Для каждой из приведенных структур укажите:

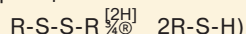
- 1) Общее число диастереомеров.
- 2) Общее число пар энантиомеров.



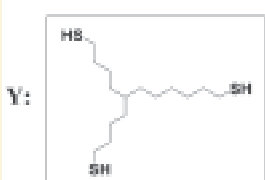
Задание № 2

В результате восстановительного расщепления вещества X, приведенного молекулярного состава получено вещество Y, имеющее заданную структуру.

(Схема восстановительного расщепления:



X: $C_{12}H_{22}S_4$

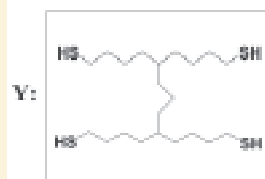


Рассмотрите возможные структуры вещества X с учетом пространственных изомеров, имеющих конфигурационные различия (структуры, построенные по принципу катенанов, ротаксанов, молекулярных узлов и т.п. во внимание не принимать).

Для каждого варианта X укажите:

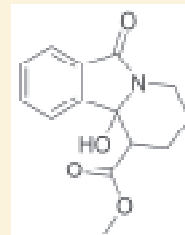
- 1) Общее число структурно-изомерных X.
- 2) Для каждого структурного изомера X общее число диастереомеров и пар энантиомеров.

X: $C_{12}H_{22}S_4$



Задание № 3

Спланируйте синтез веществ а и б, необходимых для научных исследований в количестве по 10 г, с использованием доступных (т.е. имеющихся в продаже) реактивов.



Факс: (095) 956-49-48. Тел. (095) 775-06-54. Москва 119048 а/я 424.

E-mail: conference@chembridge.ru



4-й Всесоюзный Симпозиум по Органическому Синтезу

«Органическая химия – упадок или возрождение?»

Уважаемый коллега!

Приглашаем Вас принять участие в очередном — четвертом по счету — Всесоюзном Симпозиуме по Органическому Синтезу, который состоится с 4 по 6 июля 2003 г. Предыдущие школы и симпозиумы по органическому синтезу (Звенигород 1999 и 2000, Ярославль 2001), организованные компанией ChemBridge в сотрудничестве с учеными МГУ, были направлены на поддержание лучших традиций отечественной органической химии.

Этот год — юбилейный: компании ChemBridge исполняется 10 лет. А потому организаторы конференции хотели бы, чтобы наша новая встреча стала настоящим праздником для химиков-органиков. Именно поэтому мы решили провести наш симпозиум на комфортабельном теплоходе «Валериан Куйбышев» Москва — Углич, где участники могли бы не только погрузиться в глубины современных проблем органической химии, но и насладиться широтой российских речных просторов.

Название нашего очередного симпозиума «Органическая химия — упадок или возрождение?» призвано дать широкую панораму реального состояния дел в органической химии на просторах бывшего СССР. Организаторы конференции полагают, что, несмотря на все трудности нашего времени, органическая химия стремится к новым виткам в своем развитии. Мы приглашаем ученых к дискуссии о наиболее актуальных проблемах современной науки. В программе симпозиума запланированы пленарные доклады, круглый стол и стендовая сессия участников. Планируется издание сборника тезисов симпозиума.

ACRUS

— первый в Москве магазин-склад реактивов

В конце прошлого года в Москве в Институте органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН открылся первый магазин-склад импортных реактивов. Теперь у российских химиков не должно быть проблем с быстрым получением того или иного вещества для синтеза: на складе в Москве в постоянном наличии есть 10 000 наименований реактивов. Компания «Акрус» создана ЗАО «Научно-производственный центр» и компанией ChemBridge Corporation при поддержке Центра комбинаторной химии МГУ.

Проблема реактивов, которые нужны здесь и сейчас, особенно обострилась в России за последний год. В прежние, советские времена реактивы заказывали на год вперед, а получали их через полтора, когда они уже были не нужны. Поэтому в институтах и лабораториях накопились изрядные запасы, которые и позволили рос-

сийским химикам продержаться какое-то время после прихода новой исторической реальности, в которой уже не было ни денег на реактивы, ни системы их бесперебойной доставки.

Однако любым запасам рано или поздно приходит конец. Кроме того, в новых рыночных условиях российские лаборатории зарабатывают, в том числе, и заказным органическим синтезом. Делают у нас его превосходно, но заказчик хочет, чтобы работа была выполнена быстро. А как тут быстро сделаешь, когда необходимых реактивов нет под рукой, их приходится заказывать и ждать не один месяц. В такой ситуации магазин-склад реактивов нужен был давно. Наконец он появился.

Все подробности о работе этого магазина-склада вы можете узнать на сайте компании www.acrus.ru, а также по телефонам в Москве: (095) 135-88-02, 135-88-18, 135-88-23, факс 956-27-01. Магазин-склад расположен в ИОХ РАН по адресу: 119991 Москва, Ленинский проспект, 47.

Для регистрации в качестве участника необходимо:

(1) До 15 февраля 2003 г. направить Регистрационную форму и тезисы доклада по электронной почте в Оргкомитет конференции по адресу conference@chembridge.ru.

(2) В Регистрационной форме следует указать, нужна ли Вы в гранте. Организатор и генеральный спонсор симпозиума фирма ChemBridge Corp. планирует выделить свыше 100 грантов для участия в симпозиуме. Обращаем Ваше внимание, что для всех участников конференции **размер оргвзноса зависит от сроков перезда** и составляет:

Размер оргвзноса*/Срок оплаты	До 30 апреля 2003 г.	После 30 апреля
Стандартный оргвзнос участника	190 у.е.	240 у.е.
Оргвзнос участника, получившего грант	95 у.е.	120 у.е.

*включает проживание, питание, экскурсионную программу и банкет участников

(3) Оргкомитет планирует рассылку Второго циркуляра (с уведомлением о регистрации и выделении грантов) 15 марта 2003 г. Во втором циркуляре будут указаны платежные реквизиты для уплаты регистрационного взноса.

Дополнительную информацию можно получить по тел.:

775-06-54 (Куракин Андрей Владимирович, ChemBridge Corp. — оргвопросы)

939-30-20 (Бабаев Евгений Вениаминович, МГУ — научная программа)

Следите за информацией на сайтах www.chembridge.ru и www.combichem.ru

С уважением, Оргкомитет симпозиума

Уравнение на стыке наук

**В.Штиллер.
Уравнение Аррениуса
и неравновесная кинетика.
М., Мир, 2000.**

В 1889 году Сванте Аррениус опубликовал в журнале «Zeitschrift für physikalische Chemie» статью под скромным названием «О скорости реакции инверсии тростникового сахара под действием кислот», в которой действительно рассматривалась очень скромная научная задача. Автор сравнивал результаты восьми различных исследований, посвященных различным температурным зависимостям скоростей конкретной химической реакции, и пытался выбрать (из предложенных авторами) наиболее подходящую эмпирическую формулу для «подгонки данных». Отобранная им простая и приятная на вид форма записи (предложенная, кстати, Вант-Гоффом) — $k(T) = A \exp(-E_A / kT)$ — быстро приобрела популярность в качестве практически ценного и довольно точного феноменологического уравнения.

Однако уравнения имеют и собственную судьбу. Подобно простодину, выбивающемуся в дворянство, уравнение Аррениуса стало добиваться все новых успехов и его «плебейское» феноменологическое происхождение было прочно забыто всеми. Более того, его начали использовать не только в химии, но и в смежных науках — оно приобретало все большую значимость и универсальность. Представления аррениусовской кинетики неожиданно сближают описания процессов в самых разнообразных науках, от теории дислокации до статистики народонаселения, и позволяют находить не просто аналогии, а «анalogии между аналогиями». В свою очередь, попытки объяснения универсальности уравнения Аррениуса стимулировали развитие целых разделов физико-химической кинетики (термодинамические и стохастические теории, теория переходного состояния и т. п.). Перефразируя красивое название одной из известных статей



Э.Вигнера, можно сказать, что в случае уравнения Аррениуса (несмотря на его распространенность и простую форму) мы имеем дело с «непостижимо эффективным математическим объектом». Скромная статья С.Аррениуса и введенное им уравнение давно стали классическими, причем не только для химической кинетики, но и для многих других наук.

Представляется очевидным, что написать книгу вообще об уравнении Аррениуса практически невозможно (только библиография по этой теме составит несколько солидных томов). Предлагаемая книга (она входит в известную серию «Teubner-Texte zur Physik» издательства «Teubner Verlag» в Лейпциге) очень мала по объему и посвящена двум основным темам.

Первая — это физическое обоснование уравнения Аррениуса. Его исследуют с использованием формализма сечений столкновений (упругих и реактивных) и функций распределения реагентов по энергии как для равновесных, так и для неравновесных систем. Такой подход (который можно вполне серьезно назвать «дважды кинетическим» — вывод уравнений химической кинетики из кинетического уравнения Больцмана) позволяет автору рассмотреть неравновесные бимолекулярные реакции с нетермической активацией, особенно в плазмохимии и радиационной химии (автор книги В.Штиллер — видный специалист в этой области, в прошлом руководитель теоретического отдела Центрального института изотопных и радиационных исследований Академии наук ГДР).

Вторая важная тема книги — границы применимости аррениусовской кинетики. Эта теоретическая проблема приобретает в последние годы все большее практическое значение в связи с развитием новых перспективных технологий (таких, как плазмохи-



КНИГИ

мия и лазерохимия), которые рассматривают стационарные неравновесные системы. Наблюдается своеобразный скачок в развитии кинетики: описание промышленных неравновесных процессов требует существенного расширения теоретических представлений. Кроме того, современные методы исследований позволяют обнаруживать новые сложные закономерности и выявлять их механизмы.

Весной прошлого года скончался научный редактор книги — профессор Л.С.Полак, один из основоположников плазмохимии в нашей стране. Судьба и деятельность этого выдающегося ученого и замечательного человека заслуживают большого отдельного рассказа. Представляется символичным, что последняя из многих отредактированных им книг посвящена именно неравновесной кинетике. Л.С.Полак был автором одной из первых в мире монографий по неравновесной химической кинетике, а также проделал (в качестве переводчика и редактора) огромную работу по ознакомлению российского читателя с работами в данной области. Достаточно упомянуть, что он был ответственным редактором сборника трудов Л.Больцмана в известной академической серии «Классики науки».

Книга рассчитана на подготовленного читателя и написана в очень сжатой, почти конспективной форме. Особое внимание уделено строгим определениям используемых понятий и величин, возможностям их обобщения, а также взаимосвязи различных разделов теории. Она, безусловно, будет представлять интерес для специалистов в области «сильно неравновесных» физико-химических систем, а также для более широкого круга читателей (в особенности для преподавателей теоретических курсов химических вузов и студентов-старшекурсников, приступающих к исследованиям в области неравновесных процессов).

А.В.Хачоян

Химические идеи –
продукт, который
мы ценим.

ChemBridge Corporation

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

**16-19
ИЮНЯ
2003**

Analytica Expo

Международная специализированная выставка



Цели и задачи выставки:

• Представить новейшие технологии и оборудование в области аналитической химии, фармацевтики, пищевой промышленности, сельского хозяйства и ветеринарии.

• Обеспечить обмен опытом и информацией между специалистами из различных стран.

• Создать благоприятные условия для заключения сделок и установления деловых контактов.

• Провести семинары и конференции по актуальным вопросам аналитической химии.

Участники выставки:

• Производители оборудования и технологий.

• Потребители оборудования и технологий.

• Эксперты и специалисты в области аналитической химии.

• Организаторы выставок и конференций.



БИОТЕХНОЛОГИЯ 2003

ОБОРУДОВАНИЕ. ТЕХНОЛОГИИ. СЫРЬЕ. ПРОДУКЦИЯ.

V международная специализированная выставка

выставочное объединение





Основные разделы выставки:

- Сырье и материалы для медицины, фармацевтики, косметологии, пищевой промышленности, сельского хозяйства и ветеринарии
- Оборудование биотехнологической промышленности: технологическое, лабораторное
- Тара, упаковка, хранение, маркировка и транспортировка
- Сертификация, стандартизация и лицензирование биотехнологической продукции
- Экологические аспекты и охрана окружающей среды
- Технологии и исследования, тенденции и пути развития биотехнологии



16-19 ИЮНЯ 2003

В программе IV Форума "БИОТЕХНОЛОГИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ"

плерарное заседание, круглые столы и семинары

Россия, 194100
Санкт-Петербург
ул. Калитаева
Борисова, 13
т./ф. +7(812)596-37-81
т. +7(812)324-64-16
biotech@sivel.spb.ru
www.sivel.spb.ru



Организаторы выставки:

Министерство промышленности, науки и технологии Российской Федерации
Ассоциация предприятий и организаций медицинской промышленности
Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Международное объединение разработчиков, производителей и пользователей медицинской техники
Ассоциация "Новые технологии в медицине"
НИЦ ГОСНИИ особо чистых биопрепаратов
НИИ антибиотиков и ферментов медицинского назначения
НИИ вакцин и сывороток
Исследовательский Центр "BioStu Turku", Финляндия
Международная Ассоциация Медицинской Техники, Германия
Санкт-Петербургский Центр бизнес - контактов в с. Като, Финляндия
ВО "СИБЕЛ"

**Петербургский
Спортивно-
Концертный
Комплекс**

Генеральный
информационный
спонсор

ГСС.ru.

Информационная
поддержка:

Журнал
БИОТЕХНОЛОГИЯ



МЕЛЛАЙН

Эксперт
ОБОРУДОВАНИЕ



ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ — ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ!



Четвертый
Международный Форум

The Fourth International Forum
"High Technology of XXI"

ВЫСОКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

XXI ВЕКА
"ВТ XXI - 2003"

21-25 АПРЕЛЯ 2003 г., МОСКВА
ВКЗАО "ЭКСПОЦЕНТР"

Организаторы:

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

Министерство промышленности, науки и техники
Российской Федерации

Институт экономики и социальных проблем имени
А.О. ШКОЛ (ООО "ЭКСПО-ЭКОС")

Российский фонд развития высоких технологий - РФРВТ

Московская торгово-промышленная палата - МТПП

По вопросам участия обращайтесь:
Международная конференция

РФРВТ
т. (095) 954-8087, факс: 954-0008
e-mail: info@vashna.ru
Местная администрация ВКЗАО "ЭКСПОЦЕНТР"
т. (095) 132-7429, факс: 132-0733
e-mail: wptz@expocentr.org

Форум ВТ XXI - 2003
Выставка ВТ - 2003

АО "ЭКСПО" ООО "ЭКСПО-ЭКОС"
т. (095) 331-0905, 331-1333
факс: (095) 331-0900, 331-0533
e-mail: expocentr@expocentr.ru
www.expocentr.ru/expocentr

18 по 21 марта
2003 г.
«АРХИМЕД»

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

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

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

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

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

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

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

С 18 по 21 марта
2003 года в Москве
на территории
КВЦ «Сокольники»,
павильон №11а
будет проходить
VI Московский
Международный Салон
промышленной
собственности
«АРХИМЕД»


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

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

Компании СПЕКТР Т. Т. Т. и ТД РЕАКТИВ
в течении 12 лет успешно работают на Российском и международном рынках по поставкам продуктов тонкой химии. Спецификой нашей деятельности является заказной синтез. Наш каталог включает более 2000 наименований. Одновременно мы осуществляем поставки со склада (более 600 наименований), а также импорт продуктов по крупнейшим каталогам. Стилем нашей работы является 100% входной контроль качества самыми современными методами. Спрос на синтезируемые продукты значительно превышает наши возможности.

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

ТДР
Торговый Дом РЕАКТИВ
СПЕКТР Т. Т. Т.



Телефон:
(095)916-6060;
742-3075; 742-3087;
Факс:
(095)288-1652; 916-6397
e-mail: spektr@lvk. ru;
reactive@td-reactive. ru
www. spektr-ttt. ru
www. td-reactiv. ru

«Доска объявлений»

Дорогие читатели и коллеги!

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

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

Ваше объявление (10 стандартных строк) будет опубликовано в ближайшем номере журнала и в он-лайне на нашем сайте в Интернете. Цена публикации — 300 руб.

Объявления, поступившие в редакцию до 1 апреля, будут опубликованы бесплатно.

Помните, что номера «Химии и жизни» хранят годами (до сих пор нам звонят по рубрике «Банк отходов», которая прекратила свое существование в 1993 году), а оперативность обеспечит Интернет.



ОТКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«АКРОН»

адрес: 173012, Россия,
г. Великий Новгород
телефон: (8162) 19-6109
факс: (8162) 19-1940, 19-1949
телекс: 237133 АСРОН RU
e-mail: root@acron.vnov.ru

www.acron.ru

МОСКОВСКОЕ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
ОАО «АКРОН»
адрес: 119034, Россия, г. Москва,
ул. Премисленка, д. 37, стр. 2
телефон: (095) 246-7124, 246-5123
факс: (095) 230-2566
e-mail: info@acron.ru



Осколки

П Михаил Кликин

охоже, никто так и не узнал, откуда взялась Болезнь. Из секретных военных лабораторий? Или ее занес какой-то метеорит? А может быть, возбудителя доставили на Землю пришельцы из космоса — намеренно, чтобы очистить планету для себя?

Кстати, о возбудителе. Вирус, бактерия, грибок? Провести необходимые тесты не успели. Чем лечить — непонятно. Человечество — почти целиком — вымерло за несколько дней. Не было даже паники: так быстро все случилось.

Те, кто выжил, теперь оставались наедине с собой. Их было немного — тысячи, может быть, несколько десятков тысяч, рассеянных по миру. В городах и селах, тихих деревеньках, на разных континентах, в разных странах. Осколки человечества.

Странно, Болезнь не трогала одиночек. Это единственное, что успели понять ученые. О чем они и поведали миру во время его короткой агонии: Болезнь возникает лишь там, где больше одного человека. Поэтому уцелевшие избегали друг друга. Они боялись.

Этот город пока еще окончательно не умер.

Вечерами на тихих пустых улицах вдруг зажигались фонари, вспыхивали неоновые рекламы. Кое-где высвечивали прямоугольники окон и широкие витрины безлюдных магазинов. И круглые сутки перемигивались между собой никому теперь не нужные светофоры, устало щелкая контактами реле... Автоматы еще работали. Электричество пока было. Механизмы, оставленные людьми, жили своей призрачной жизнью.

Красные буквы на черном стекле монитора:

> **Мак:** Есть здесь кто-нибудь?

Шелест клавиш:

> **Мак:** Бывает здесь еще кто-то, кроме меня?

Губы шевелятся, беззвучно проговаривая набиваемый текст:

> **Мак:** Я бываю в этом чате каждый вечер с 20:00 до 21:00.

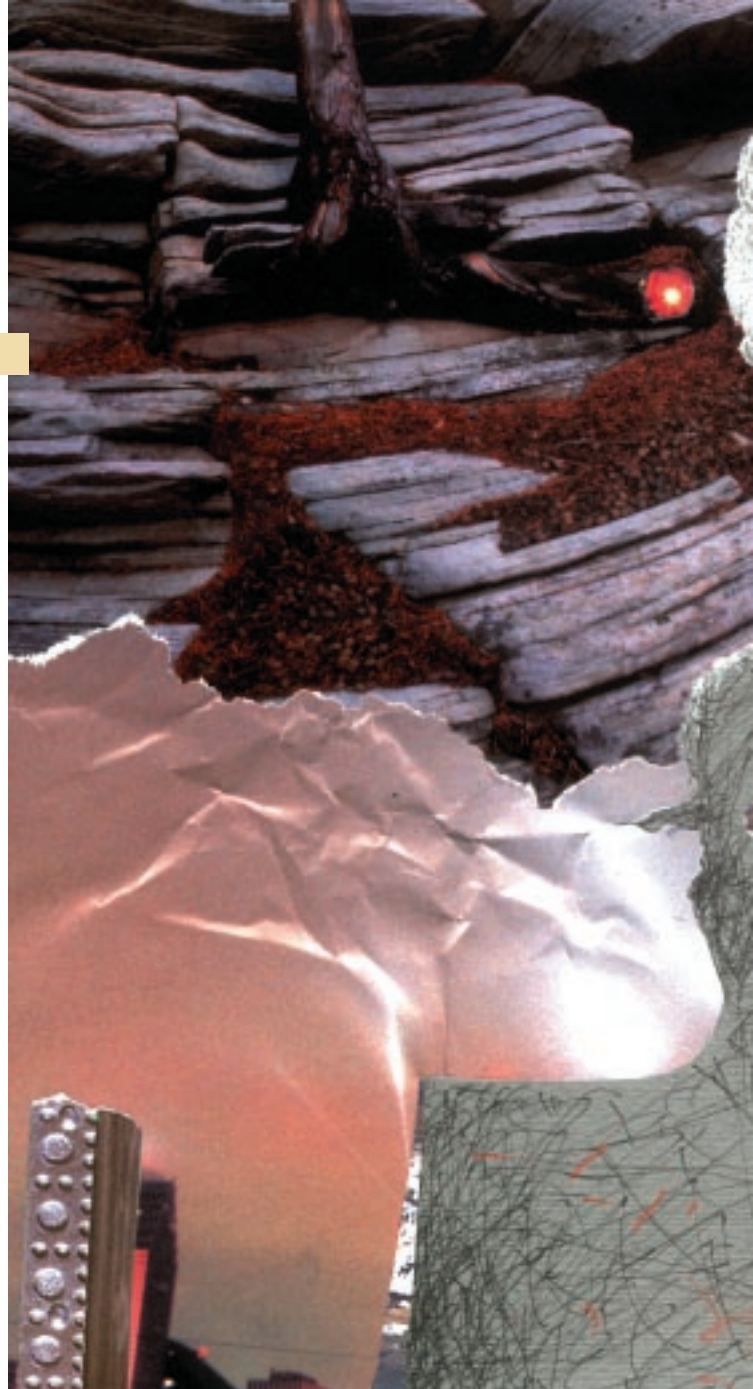
Пальцы нервно клюют доску клавиатуры:

> **Мак:** Телевизор и радио молчат. Но Сеть продолжает работать. Электричество есть. Вода есть. Нет людей. Кругом тишина. Пустота. Где все? Что случилось?..

Долгая пауза.

> **Мак:** Страшно. Мне страшно. Мне очень страшно!

Страшно очнуться однажды ночью и не увидеть рядом родных людей. Жутко не услышать утром гул машин, гомон голосов, стук трамвайных колес по рельсам, торопливый топот на гудящей лестнице. Невыносимо ждать целый день, не решаясь сползти с кровати, тупо пялиться в потолок. Мучиться от голода, жажды и боли. И слушать, слушать, слушать пугающую бесконечную тишину. А вечером, набравшись сил и решимости, перебороть боль, подползти к окну, вскарабкаться на подоконник, заглянуть вниз и увидеть совершенно безлюдную пропасть улицы... Так страшно жить в полном неведении неделю, вторую, месяц. Тем более страшно, если у тебя нет ног.



> **Мак:** Вот уже 33 дня я один. Я не знаю, где остальные люди. Неужели больше никого нет?

> **Мак:** Я бываю здесь каждый день с 19:00 до 22:00. Но вы можете оставить свое сообщение в любое время, не дожидаясь, когда я войду в Сеть.

> **Мак:** Читает ли кто-нибудь эти строки? Прошу, ответьте!

> **Мак:** МНЕ НУЖНА ПОМОЩЬ!

Мак долго смотрел в монитор, на огненно-красные буквы, кричащие о помощи. Несколько раз поднимал руки, касался пальцами клавиш, собираясь добавить еще что-то, но, не найдя нужных слов, вновь сцеплял кисти рук на животе. За тридцать три дня он успел сказать все...

В десять часов вечера, когда стемнело, он выключил компьютер и пододвинул к себе телефон. Зажег настольную лампу. Из ящика стола достал потрепанную книгу в грязно-желтой обложке — телефонный справочник. Раскрыл на вложенной закладке, пробежал глазами столбцы номеров. Нашел



Художник Е. Станикова

ФАНТАСТИКА

томобили, лязгать железом редкие ночные трамваи, порой рассыпая короткие фейерверки трескучих искр. Там должны были бродить влюбленные парочки, хлопать двери баров. Ничего этого не было. Только немые витрины и немые далекие огни. Призрачные огни прошлой жизни.

> **Мак:** Сегодня заканчивается тридцать четвертый день моего одиночества. Я до сих пор никого не встретил. Есть здесь кто-нибудь?

И вдруг строчка алых букв сдвинулась вверх. На освободившемся месте возникло:

> **Cancer:** Привет, Мак!

Он отдернул руки. Долго смотрел на это короткое приветствие, не решаясь ответить. Словно боялся спугнуть волшебство.

> **Cancer:** Что замолчал? Ты здесь?

Ему вдруг показалось, что эти слова прислал обычный телефонный автоответчик, каким-то образом подключенный к Сети. Нелепая мысль! Но все-таки осторожно коснулся клавиш:

> **Мак:** Кто ты?

> **Cancer:** Зачем тебе это?

> **Мак:** Ты единственный человек, который откликнулся.

> **Cancer:** С чего ты взял, что я человек? Быть может, я Бог, решивший таким вот образом поговорить с тобой. Твое настоящее имя случайно не Моисей? А быть может, я сама Сеть, ожившая, обретшая разум... Впрочем, Бог ли, Сеть ли, разница невелика...

> **Мак:** Не хочешь говорить?

> **Cancer:** Просто не знаю, что ты хочешь услышать.

> **Мак:** Значит, ты не Бог.

> **Cancer:** Верно!

> **Мак:** Даже не знаю с чего и начать.

> **Cancer:** Начни с начала.

> **Мак:** Объясни мне, что случилось со всеми людьми? Мой город, похоже, совсем пуст.

> **Cancer:** А ты не знаешь? Странно... Все умерли. Вся планета мертва. Человечества больше не существует.

Мак закрыл глаза. Да, все правильно...

> **Мак:** Как это случилось?

> **Cancer:** Болезнь, эпидемия. Большинство людей погибло в первые два дня. Кто-то прожил еще день. Кому повезло — пару дней. Мы с тобой — одни из последних, но я не думаю, что нас можно назвать счастливыми. Хотя мы тоже умрем рано или поздно. И после нас уже никого не останется.

> **Мак:** Что за болезнь?

> **Cancer:** Похоже, ты пропустил самое интересное, Мак. Как тебе это удалось? Впрочем, это твоя часть истории, расскажешь позже... Отвечаю: никто не знает, что это за Болезнь. Даже я. Известно лишь, что она смертельна. И что она возникает при контакте двух или более людей.

> **Мак:** При контакте? Ты хотел сказать, передается?

> **Cancer:** Нет, не просто передается. Она именно возникает. Это очень похоже на какую-то химическую реакцию. Когда два человека встречаются — просто встречаются! — между ними что-то происходит. Они словно бы чем-то обмениваются. Вирусами? Не знаю. И потом оба погибают в течение нескольких часов. Мне довелось увидеть несколько записей, как все это выглядит. Жуткое зрелище!

> **Мак:** Но почему выжил ты?

> **Cancer:** Все просто: целую неделю рядом со мной не было ни единого человека. Так уж получилось — я живу на отшибе. В общем, когда началось, про меня и вовсе забыли. А с тобой что произошло?

> **Мак:** Долгая история. Но если коротко, я попал в аварию. Меня прооперировали. Каждый день накачивали чем-

карандашную черту, показывающую, где остановился вчера.

445-32-09... Следующий — 326-89-28... Следующий — 445-25-12...

Вдруг очередной гудок прервался спокойным голосом: «Привет! Это Дэн. Меня сейчас нет дома, но вы можете оставить мне свое сообщение после сигнала». И в трубке мелодично пискнуло.

Мак сглотнул слюну и с трудом заговорил:

— Это Мак. Я... я один. Все люди куда-то исчезли. Мне нужна помощь. Если меня кто-то услышит, позвоните мне по телефону или свяжитесь со мной через Сеть. — Он продиктовал свои координаты и бросил трубку, откинувшись на спинку кресла. Автоответчиков попадалось много, но он никак не мог привыкнуть к их равнодушным голосам.

Потом, похожий на какое-то гигантское искаженное насекомое, Мак выбрался из кресла, подполз к окну и, цепляясь за ребристую батарею, вскарабкался на широкий подоконник. Прижался носом к холодному стеклу, заглянул в десятиэтажную пропасть. Там, внизу, должны были лететь ав-

то. Все как в тумане. Потом отправили домой. Я очнулся — и никого. Кругом пусто. Пусто дома, на улице — везде, даже в Сети.

> **Cancer:** И ты совсем ничего не знал?

> **MaK:** Абсолютно.

> **Cancer:** Страшно было?

> **MaK:** Конечно.

> **Cancer:** Да, жутко представить, что ты испытал! Хочешь бесплатный совет? Бросай все и уезжай из города. Если повезет, ты еще доживешь до старости, пусть и одинокой.

> **MaK:** Я не могу.

> **Cancer:** Почему?

> **MaK:** У меня ампутированы ноги. Я беспомощный калека.

> **Cancer:** Вот, черт! Я тебе не завидую. Как же ты все это время жил?

> **MaK:** Вода подается, электричество.

> **Cancer:** А питаешься чем?

> **MaK:** Консервы, крупы, мука. Это все есть. Но уже заканчивается. Мне нужна помощь. Мне нужна еда. Мне надо выбраться отсюда!

> **Cancer:** Да пойми ты: тебе уже никто не поможет! Мы все теперь — сколько нас? — прокаженные, проклятые... Ладно, мне надо идти. Пока!

> **MaK:** погоди!

> **MaK:** Вернись!

> **MaK:** Приходи завтра, поговорим еще. У меня много вопросов. Приходи обязательно!

Ночью Мак не мог заснуть. Его мучили тягостные мысли...

> **MaK:** День тридцать пятый. Утро. Вчера я наконец-то узнал всю правду. Рассчитывать больше не на кого. Сейчас попробую выбраться на улицу, надо достать еды. Cancer, надеюсь, мы с тобой еще поговорим...

Лифт работал. Оставив квартиру незапертой, Мак выполз на лестничную площадку, дотянулся до пластмассовой кнопки, вдавил ее и потом еще почти целую минуту ждал, слышая, как ровно гудят наверху двигатели и позванивают, шелестят стальные тросы в шахте.

В кабине лифта тускло светила единственная лампочка. Замызганный пол, стены испещрены бесчисленными надписями. В самый грязный угол забился кем-то оставленный мяч. Детский резиновый мячик, синий, с черной полоской по экватору. Мак поднял его, покрутил в руках, гадая, почему его бросили здесь. Забыли? Потеряли? Он осторожно положил игрушку на место. Привстав на культяпках, на жалких остатках ног, попробовал, сможет ли дотянуться до кнопки своего этажа. И только после этого нажал кнопку с цифрой «1»...

Cancer уже ждал его вечером.

> **Cancer:** Привет, MaK!

> **MaK:** Рад тебя видеть!

> **Cancer:** Как прошла вылазка в город?

> **MaK:** Нормально. Приволок несколько банок консервов, шоколад, соки, кое-что еще. Еле-еле дотащил все до квартиры. Сегодня устрою маленький пир.

> **Cancer:** Завидую.

> **MaK:** Приходи в гости.

> **Cancer:** Будем считать, что я уже у тебя в гостях.

> **MaK:** Отлично! Что будешь пить?

> **Cancer:** Красное вино.

> **MaK:** Вина нет. Пиво устроит?

> **Cancer:** Давай пиво, выбирать не приходится.

> **MaK:** Есть консервированные сосиски. Подойдут?

> **Cancer:** Отлично!

> **MaK:** И соленые сухарики.

> **Cancer:** Великолепно!

> **MaK:** Угощайся, будь как дома.

> **Cancer:** Послушай, MaK, у меня такое впечатление, что ты не до конца понимаешь, что с нами случилось. Извини.

> **MaK:** То есть?

> **Cancer:** Неужели тебе не страшно? Все мертвы. И мы тоже!

> **MaK:** Мне жутко. Но, если честно, мне было гораздо страшней, когда я ничего не знал. Когда я видел пустой город, названивал по телефонам, искал кого-то — хоть кого! — в Сети. Тогда мне было много страшней, чем сейчас. Странно, правда?

> **Cancer:** Действительно, странно.

> **MaK:** Так ты будешь пиво?

> **Cancer:** погоди минуту, кажется, у меня в погребе есть несколько банок. Пойду сбегу.

> **MaK:** Жду!

Минуты через полторы на экране появилось:

> **Cancer:** Ну что? Начнем?

> **MaK:** За знакомство!

> **Cancer:** Хороший тост!

Мак представил, как далекий собеседник, улыбаясь в экран монитора, поднял пивную банку.

> **MaK:** Чокнемся!

И он звякнул бутылкой о темное стекло монитора в уверенности, что его одинокий товарищ сделал то же.

Два дня Мак практически не вылезал из Сети. Ел прямо за компьютером. Спал урывками, по часу, по два, не выбираясь из кресла, уронив голову на стол.

Они разговаривали, разговаривали...

А на третий день его ожидало потрясающее открытие.

> **Cancer:** Знаешь, MaK, ты мне нравишься. Было бы интересно с тобой встретиться, жаль, что это невозможно. Тебе сколько лет?

> **MaK:** Двадцать четыре.

> **Cancer:** А мне двадцать один. Опиши себя.

> **MaK:** Ну, даже не знаю... Безногий инвалид, уже практически не комплексующий по этому поводу. Все равно никто не увидит.

> **Cancer:** Нет, я имею в виду внешность: волосы, глаза.

> **MaK:** Зачем тебе это? Ладно: худощав, брюнет, волосы длинные (теперь), глаза темно-карие... А ты?

> **Cancer:** Я? Ничего особенного — невысокая блондинка с зелеными глазами.

> **MaK:** Блондинка?! Так ты... девушка?

> **Cancer:** Да, именно. А ты что, даже не догадывался?

> **MaK:** Вот это да!

> **Cancer:** Неужели ты не заметил этого сразу?

> **MaK:** Нет, конечно. Даже в мыслях не было. Я думал — ты парень.

> **Cancer:** Тогда понятно, почему ты был со мной так откровенен в некоторых вопросах.

> **MaK:** Извини. Я тебя не шокировал?

> **Cancer:** Нет, было очень интересно узнать что-то новое.

> **MaK:** Я краснею... А как твое настоящее имя?

> **Cancer:** Анна. А твое?

> **MaK:** Мак. Так и есть.

> **Cancer:** Максим?

> **MaK:** Просто Мак — так привычней.

> **Cancer:** Ладно... В следующий раз я приду под своим именем.

> **MaK:** Уже уходишь?

> **Cancer:** Ненадолго. Надо кое-что сделать по дому. Вечером поговорим...

С каждым днем, с каждым часом они узнавали друг друга все лучше и лучше. Мак рассказывал о своем детстве, о родителях, о товарищах, вспоминал разные забавные случаи. С неохотой вспомнил и об аварии, в которой потерял ноги... Анна больше спрашивала, делала точные замечания, иронично комментировала истории Мака, но говорить о себе избегала.

Мак философствовал — Анна внимала.

Мак грустил — Анна шутила.

Мак смеялся — Анна напоминала о судьбе.

Со дня их встречи не прошло еще и недели, а казалось, они знакомы уже несколько лет.

> **Мак:** Я вот думаю: человечество умерло, но культура, все то, что создавалось людьми — книги, видео, картины, архитектура, — осталось. Может, в этом и была цель существования человечества: создать все это для кого-то (для кого?) — и уйти?.. Смотри: сначала человек что-то царапает на камне, разрисовывает стены пещер... потом — музыка, письменность, литература, театр, скульптура и архитектура, философия, кино, видео... Что двигало людьми, когда они создавали все это? Будто внутри нас — некая программа, заставляющая создавать культуру... Прошли тысячелетия, и вдруг — стоп: приехали! Писатели сотни раз обыгрывают одни и те же сюжеты; художники рисуют картины, которые только сами и понимают; скульпторы и вовсе творят нечто невообразимое; от музыки остались лишь ритмы. Человечеству больше нечего сказать, оно себя исчерпало, оно топчется на месте... Ну вот, потопталось, и результат — Болезнь. А может, это и не болезнь вовсе, а нечто давным-давно запрограммированное в нас, в нашей ДНК? Некий выключатель, заложенный в нас... Чем, кем? Создателем?.. Ты веришь в Бога?

> **Анна:** Скорее нет, чем да.

> **Мак:** Почему?

> **Анна:** Глупый вопрос.

> **Мак:** Почему глупый?

> **Анна:** Потому. Ты сам-то в Бога веришь?

> **Мак:** Не знаю. Но его существование очень бы все упростило.

> **Анна:** А я считаю, совсем наоборот.

> **Мак:** Ты всегда считаешь «наоборот». Что, мне наперекор?

> **Анна:** Тебе это нравится?

> **Мак:** Да!

> **Анна:** Мне тоже... Слушай, Мак, как ты думаешь, долго еще будет подаваться электричество?

> **Мак:** Не знаю.

> **Анна:** Ведь мы не сможем общаться.

> **Мак:** Ужас, о Господи!

> **Анна:** Удивляюсь, что все пока работает. Как?

> **Мак:** Автоматика.

> **Анна:** Когда техника откажет... я не вынесу одиночества.

> **Мак:** Я тоже. Я же калека.

По электронной почте они обменялись фотографиями. Теперь у Мака на мониторе красовалось грустно улыбающееся девичье лицо, светлое и чистое. Любимое...

Казалось, испугавшись этого снимка, одиночество отступило. Но недалеко. Нет, Мак не боялся смерти, теперь его страшило лишь одно: однажды нажать кнопку и не услышать, как оживает электроника...

> **Мак:** Вчера вечером выглянул в окно — на соседней улице нет света. Похоже, весь квартал обесточен.

> **Анна:** Рано или поздно это случится везде.

> **Мак:** Да. А ведь я еще не сказал тебе самого главного.

> **Анна:** Так говори, пока есть возможность.

> **Мак:** Я люблю тебя.

> **Анна:** Мак, не надо. Зачем?

> **Мак:** Просто. Ты должна знать. Я люблю тебя.

Он вполз в лифт, подумав мельком, что электричество может пропасть в момент спуска или подъема.

Детский мячик, синий с траурной полоской по экватору, был на месте.

Мак выполз на улицу, под холодный ливень. До разбитой витрины магазина — всего ничего: тридцать метров, три кипящие лужи, два проворных ручья...

> **Мак:** Знаешь, у меня тут дождь.

> **Анна:** У меня тоже пасмурно. Осень.

> **Мак:** Теперь я жалею, что у меня никогда не было домашних животных. Кошка, собака, кролик или хомячок. Что-то теплое, живое — рядом. Так хочется о ком-нибудь заботиться.

> **Анна:** А у меня здесь куры, корова и два ягненка.

> **Мак:** Целое хозяйство. Ферма? Справляешься?.. Что-то я плохо себя чувствую. Знобит.

> **Анна:** Закутайся потеплее. И выпей горячего молока. У тебя есть молоко?

> **Мак:** Нет...

Ночью ему стало плохо. Он вылез из кресла, забрался на старый диван, заполз под толстый пушистый плед. Съезжил-ся на боку, подтянув колени к подбородку. Знобило. Потом, пропотев, открыл глаза и увидел, что перед ним кружится красная метель. Алые хлопья били по глазам, плыла голова, гудело в ушах, и мелькали, вились вокруг зловеще алые пятна, иногда затягиваясь непроницаемой угольной чернотой.

> **Анна:** Мак, ты куда пропал?

> **Анна:** Мак, где ты? Что случилось?

> **Анна:** Мак, ответ!

> **Анна:** Я не могу так! Почему ты молчишь? Что произошло? Ответ немедленно! Я схожу с ума!

> **Анна:** Слышишь меня?

> **Анна:** МАК!!!

Порой он приходил в себя, падал с дивана и полз на кухню. Жадно пил воду из чайника, заставлял себя разжевать и проглотить несколько кусочков сухофруктов. Иногда его рвало, и это приносило легкое минутное облегчение. Потом он возвращался в комнату и долго забирался на диван. Покорив высоту и окончательно выбившись из сил, укутывался пледом и опять впадал в странное забытье...

> **Анна:** Я не могу так больше, Мак!

> **Анна:** Мак, я люблю тебя!

> **Анна:** Мак, я не хочу жить без тебя! Просто не могу! Так пусто, так одиноко. Мы знаем друг друга всего пару недель, а человека, роднее, чем ты, у меня никогда не было. Мак, я не знаю, что с тобой случилось. Или ты читаешь эти строчки, но не можешь ответить? А может, тебя уже нет? А я не успела сказать тебе самого главного: я люблю тебя. Странно, конечно — мы даже не видели друг друга, только эти фотографии. Я не знаю, какой у тебя голос. Все, что нас связывает, — это строчки на экране монитора... Знаешь, Мак, я сейчас плачу. Почему? Глупый вопрос. Потому, что я вдруг стала совершенно одинокой. Когда умерли все люди, я не ощущала одиночества так остро. А когда вдруг исчез ты... Мак, я готова отдать все, чтобы увидеть тебя. Чтобы коснуться рукой твоей кожи, посмотреть тебе в глаза. За это я готова отдать все — даже жизнь. Согласись, это небольшая жертва.

Наконец ему стало лучше. Лучше настолько, чтобы заползти в кресло, включить компьютер и подсоединиться к Сети. Теперь — войти в чат: зарегистрироваться, ввести свое имя и пароль. Однако Мак никак не мог совладать с непослушными пальцами, тыкал в клавиатуру, промахиваясь мимо нужных клавиш. Он видел буквы на мониторе — голос Анны! — но никак не мог составить из них слова. Смысл ускользал...

Он оставил свои тщетные попытки и вновь забрался на диван. Опять озноб, и опять Мак закачался на его волнах в сумятице странных видений.

> Anna: Мак, я даю тебе еще два дня, чтобы объявиться. Если ты не появишься, значит, мне незачем жить. Я так решила.

Он прочел эти строчки ровно через два дня и ужаснулся. Торопливо набрал:

> Мак: Я здесь!

Кружилась голова, кружились перед глазами черные мушки. Болели мышцы, ломило кости.

> Мак: Я здесь! Ответь мне, Анна!

Он бегло просмотрел ее предыдущие сообщения. Наткнулся на фразу: «Я люблю тебя!» Вздрыгнул. Перечитал еще раз. И еще раз. Потом схватился за клавиатуру, отчаянно напечатал:

> Мак: Я вернулся! Я здесь! Ты слышишь меня? Слышишь? Слышишь? Вернись немедленно! Я жду! Куда ты делась?! Это глупо, глупо, глупо! Я болел, я и сейчас болен, но я здесь, здесь! А ты? Где ты? Зачем так? Почему? Анна, не надо, прошу тебя! Это нечестно, я жив, я здесь!

И потом, вытерев ставшими мокрыми глаза:

> Мак: Ты жива, я знаю. Ты здесь. Ты просто куда-то вышла. Отвлеклась. И сейчас появишься. Ты не могла уйти так просто, не попросившись, не сказав последних слов. Я жду. Я верю. Я хочу, чтобы ты сейчас появилась.

Он запустил это в Сеть и стал ждать. Ждал долго. И дождался.

> Anna: Привет, Мак! Ты вернулся! Я так рада!

Он улыбнулся своему заплаканному отражению.

> Мак: Я тоже! Но ты меня напугала!

> Anna: Извини. Ты прав, я едва не совершила самую большую глупость в своей жизни... Что с тобой случилось? Где ты пропал?

> Мак: Я здорово простудился. И еще не совсем выздоровел.

> Anna: Ты что-нибудь принимал?

> Мак: Нет.

> Anna: Закутайся потеплей. Выпей чего-нибудь горячего. Я люблю тебя, Мак.

> Мак: Я люблю тебя, Анна.

> Anna: Я знаю.

> Мак: А знаешь, что я подумал?

> Anna: Нет.

> Мак: Я хочу увидеть тебя. Догадываешься, что я имею в виду?

> Anna: Думаю, да. Но ты понимаешь, что это значит?

> Мак: Конечно.

> Anna: Если так, то я готова приехать к тебе.

> Мак: А я готов тебя встретить. Сколько у нас будет времени?

> Anna: Достаточно. А потом еще целая вечность.

> Мак: Как романтично!

> Anna: Да уж...

Он назвал свой адрес. Оказалось, это не так уж далеко от ее фермы, всего день пути на машине.

> Anna: Ты действительно этого хочешь? Ты понимаешь, что через сутки после встречи мы умрем?

> Мак: Это наилучший способ самоубийства. Не все ли равно когда? Приезжай.

> Anna: Завтра.

> Мак: Хорошо. Жду.

Он больше не включал компьютер.

Он ползал по своей маленькой квартирке и пытался навести порядок. Собирал разбросанные вещи, вытирал пыль. Отскоблил газовую плиту, вымыл ванну и туалет. Перемыл всю скопившуюся посуду. Застелил постель чистым бельем. И все время считал в уме: между ними что-то около пятисот километров, это шесть-восемь часов пути, если делать небольшие остановки для отдыха. Значит, она прибудет во второй половине дня...

И все-таки трель звонка заставила его вздрогнуть. Она!

Мак подполз к двери и, протянув руку к замку, застыл. Он увидел себя со стороны: нелепый калека, обрубок человека, жалкий уродец.

Звонок повторился.

За дверью стояла его девушка. Желанная. Девушка, первое имя которой — Анна. Второе имя — Смерть.

— Мак! Открывай! У тебя что, еще кто-то?

Он грустно улыбнулся. И, привстав на культепках, отпер дверь.

— Заходи. Я жду. — Он видел только ее ноги, потому что не решался поднять глаза. Боялся.

— Наконец-то! А я уж думала, что ошиблась адресом. Привет, Мак!

Теперь он посмотрел на нее, и у него перехватило дыхание. Какие глаза! Только неистовая радость с толикой искрящегося лукавства.

— Здравствуй! Ты именно такая, какой я тебя представлял.

— И ты. — Она присела и, чуть покраснев, легко поцеловала его в лоб.

— Ты проходи, я сейчас.

Мак не хотел, чтобы она видела, как он передвигается. И Анна, кажется, поняла это. Она прошла в комнату, посмотрела на накрытый стол, улыбнулась, потом подошла к окну, выглянула наружу.

— Там, внизу, в городе, так страшно! — сказала. — Пусто. Только крысы шмыгают по темным углам. Словно тени. Столько крыс! Я оставила машину за несколько кварталов отсюда. Шла пешком. Все мертво...

Пока Анна говорила, стоя к нему спиной, Мак забрался в кресло. Звякнул бокалом о бутылку, приглашая к столу, разлил вино.

— Иди сюда, все готово.

Она уселась рядом, взяла бокал:

— Я люблю тебя, Мак!

— Я люблю тебя, Анна.

Они чувствовали себя немного скованно. Но это быстро прошло.

— У нас так мало времени, — сказала Анна. — Ты ощущаешь, как в нас что-то меняется?

— Да, пожалуй, — согласился он. — Чувствую... Сердце колотится.

— Дышать уже немного трудно, и голова кружится.

— Да.

— Болезнь?

— Реакция...

Они склонились друг к другу. К губам. Она запустила пальцы в его волосы. Он ласково коснулся ее щеки.

— Здесь так много крыс, — прошептала она.

— Пойдем, — тихо выговорил он.

— Пойдем? — улыбнулась она, и он не обиделся...

Им было хорошо вместе. А потом они заснули, крепко обнявшись, потому что уже не собирались просыпаться.

Большая серая крыса вскарабкалась на постель. Важно прошла по складкам одеяла, волоча за собой голый розовый хвост. Остановилась почти у самого изголовья, раздумчиво пошевелила усами и вдруг, почуяв под собой легкое движение, стремительно прыгнула на пол и затаилась в углу комнаты.

Мак высунул голову из-под одеяла. Глянул в сторону окна. Прошептал удивленно и немного растерянно:

— Утро!..

— Утро? — Сонная Анна прижалась к нему. Легонько коснулась губами его шеи.

— Утро, — подтвердил Мак. — Как ты себя чувствуешь?

— Вроде бы нормально.

— Я и не думал, что у нас будет еще целое утро.

— Я тоже. Хороший подарок.

— А что, если...

— Что?

— Что, если Болезнь ушла? Вдруг нам уже ничего не грозит?

— Нет, не надейся! Не думай об этом.

— Но...

— Просто у нас есть еще немного времени. Это же здорово, правда?

— Но я ничего не чувствую. Никаких изменений. Я совершенно здоров.

— Ну и что из этого?

— Ты считаешь, что мы по-прежнему...

— Да.

Мак помолчал, потом сказал весело:

— Тогда нам надо с пользой провести это время! — И нырнул под одеяло...

Прошло двое суток, а Болезнь к ним так и не явилась.

— Почему? — спросила Анна, наконец-то признавая ошибочность своего страшного прогноза.

— А может, мы с тобой все равно что один человек! — ответил Мак. — Да? Поэтому Болезнь нас и не трогает? Ведь что-то в нас изменилось, когда мы встретились, помнишь? Я это почувствовал, и ты тоже... Изменилось — но не как предвестник Болезни, а чего-то совсем другого. Чего?

Они сидели за столом и завтракали. Большая отъевшаяся крыса устроилась в дальнем углу и, словно домашняя собачонка, ждала подачки, нисколько не боясь людей. Мак покосился на нее, отломил кусочек сыра и бросил его в крысиный угол.

— А вдруг это просто временная отсрочка? — будто все еще не веря в чудо, тихо спросила Анна.

Мак пожал плечами:

— Нельзя же всю жизнь думать об этом.

— Нельзя, — согласилась она. — Тогда... тогда давай уедем отсюда.

— Куда?

— Ко мне.

— А что там у тебя?

— Все что нужно. Лес неподалеку, озеро, чистый воздух, сад, огород, свое хозяйство. И дизельный генератор в сарае.

— Генератор, это, конечно, большой плюс.

— Нам надо выбираться из города, Мак!

— Но понимаешь... — Он смутился. — Мне неудобно даже говорить...

— В чем дело?

— В чем? Я же инвалид. Что я там буду делать? Одна обуза для тебя... Я же не предполагал, что все так обернется.



ФАНТАСТИКА

— Мак! — Анна сердито глянула на него.

— Что?

— Перестань, пожалуйста. И давай думать, что мы возьмем с собой.

Он долго смотрел ей в глаза, видя там свое отражение, потом вздохнул, улыбнулся:

— Ну, хорошо.

Они потянулись друг к другу, прижались.

— Мы одни во всем мире. Тебе страшно? — прошептала Анна.

— Мы вдвоем, — поправил ее Мак. — Навсегда. Да?

— Нет, — качнула она головой.

— Почему? — удивился он.

— Я бы хотела, чтоб нас было больше. Чтобы была настоящая семья.

— А! — понял он, но тут же испугался: — А вдруг нам нельзя иметь детей? Вдруг Болезнь только этого и ждет?

— Думаю, есть смысл попробовать. Ты согласен?

И Анна рассмеялась. А Мак закивал решительно:

— Конечно! Иначе ради чего мы? Все будет в порядке, я уверен. Мы же будем любить их...

Утром они покинули квартиру.

Лифт распахнул перед ними свой зловонный зев.

— Нет, мы спустимся сами! — решил Мак.

— Почему? — удивилась Анна.

— А если электричество отключат или еще что-то сломается? Я не собираюсь рисковать.

— Десять этажей! А ты...

— Ничего, как-нибудь.

Мак увидел в кабине лифта тот самый детский мячик, испуганно забившийся в самый грязный угол.

— Давай возьмем его.

— Зачем?

Действительно, зачем?

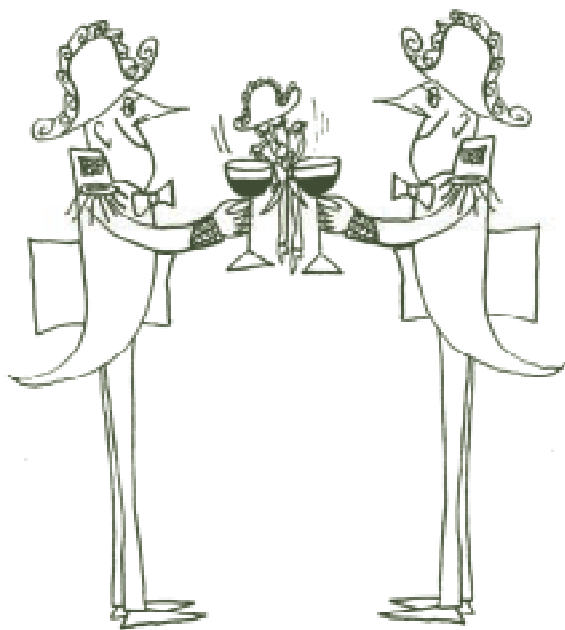
— Не оставлять же его здесь.

— Ладно, пусть так. Здесь он и вправду уже никому не нужен.

Машина вырвалась из лабиринта тесных улиц и понеслась прочь от мертвого города.

Мак сидел на заднем сиденье и смотрел на сосредоточенное лицо Анны, отражающееся в зеркальце над лобовым стеклом. В руках он держал синий мяч с траурной полоской, входящей по экватору.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Вино обретает вкус на словах

Знатки вин, претендующие на звание истинных ценителей, отличаются от обывателя только тем, что запомнили больше словесных характеристик, утверждают новозеландские ученые.

Профессионал-сомелье может сказать, что вино «пикантное, маслянистое, с отзвуком кориандра», даже про дешевый портвейн. В то же время любой человек с улицы способен воспринимать вкус вина не хуже эксперта, просто он знает меньше подходящих слов для его описания, считает Венди Парр из университета Линкольна в Кентербери (Новая Зеландия).

Когда специалист говорит «привкус персика», он исходит из своих знаний о вине вообще, его цвета и марки. А если он пробует его с закрытыми глазами, например при «слепом» тестировании, то иногда терпит неудачу. С этим согласна Памела Дальтон из Филадельфии, которая изучает, как психология влияет на запах и вкус. Оказалось, что экспертов можно сбить с толку, покрасив белое вино в красный цвет.

Опыт и связанные с ним ожидания легко «обходят» вкусовые рецепторы, которые реагируют на определенный аромат, изменяя сигналы, посылаемые в мозг. «Наша способность ощущать запахи очень переменчива, ощущение запаха — самое непостоянное из человеческих чувств», — говорит Дальтон (по сообщению агентства «Nature News Service» от 26 октября 2002 г.).

Парр и ее коллеги выяснили, что эксперты лучше определяют запах, если раньше они уже ощущали и, главное, называли его. У них, как правило, очень хорошая память на запахи, которая, собственно, и помогает им в работе, а также большой запас слов, помогающий удерживать запахи в памяти. Но именно поэтому «пробы» могут быть неадекватными — когда кто-то произносит «папайя», все присутствующие начинают ощущать именно этот запах.

Попытка вспомнить название запаха отвлекает от запаха как такового, утверждает Парр. Поэтому новички имеют преимущество — они пытаются описать только то, что чувствуют.

Е. Сутоцкая

Пишут, что...



...возникновение Вселенной похоже на известный в квантовой электродинамике эффект рождения пар частица—античастица из вакуума («Известия вузов. Физика», 2002, № 5, с.92)...

...премию им. Поля Дирака Международный институт теоретической физики в Триесте присудил Алану Гуту, Андрею Линде и Полу Стейнхардту за разработку инфляционной модели в космологии («CERN Courier», 2002, № 8, с.29)...

...физики из Германии и Франции независимо наблюдали двухпротонный распад ядер ^{45}Fe , который в 1960 году теоретически предсказал В.И.Гольданский («Physical Review Letters», 2002, т.89, с.102501)...

...в Японии обнаружили, что литий при давлении 480 000 атм и $T = 20\text{K}$ переходит в сверхпроводящее состояние («Nature», 2002, т.419, с.597)...

...во Франции, где АЭС вырабатывают 75% всей электроэнергии, радиоактивные отходы составляют лишь 0,015% от общего количества опасных промышленных отходов («Атомная техника за рубежом», 2002, № 8, с.3)...

...использование водородных магнитодинамических ракетных двигателей позволит достичь Марса не за год, как планировали ранее, а за три месяца («Известия Академии наук. Энергетика», 2002, № 4, с.3)...

...при замене стальных деталей электромогиля на алюминиевые его вес можно уменьшить на 20—25%, а пробег без перезарядки аккумуляторов увеличить на 30—33% («Металловедение и термическая обработка металлов», 2002, № 9, с.4)...

...генетически обусловленное отсутствие хвоста у кошек часто сопровождается дефектами мочеполовой системы, закупоркой слезных протоков, а иногда и нарушением психики («Генетика», 2002, № 9, с.1244)...

...на долю Каспийского моря приходится около 90% запаса осетровых рыб в мире («Океанология», 2002, № 5, с.683)...



...химический состав волос человека наиболее полно отражает биогеохимическую специфику окружающей его среды («Доклады Академии наук», 2002, т.386, с.664)...

...будущее мембранной электрохимии связано с моделированием ионных каналов биологических мембран («Электрохимия», 2002, № 8, с.904)...

...хроматографию используют уже около ста лет, но до сих пор нет общепринятого определения этого понятия («Научное приборостроение», 2002, № 3, с.99)...

...по данным ЮНЕСКО, за последние сто лет от наводнений погибли 9 млн. человек, от землетрясений — 1 млн., от ураганов и тайфунов — 1 млн. («Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях», 2002, № 6, с.11)...

...половина всех смертей в мире от инфекционных болезней приходится на ВИЧ-инфекцию, туберкулез и малярию («Вестник РАМН», 2002, № 10, с.3)...

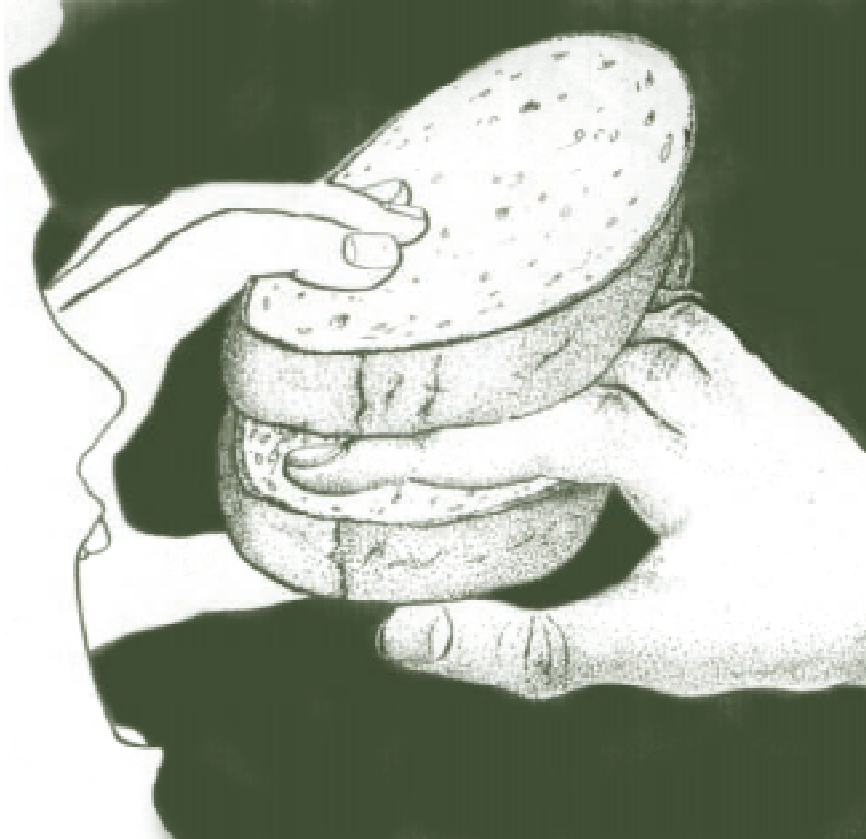
...в России основные причины смертности составляют сердечно-сосудистые заболевания — 54%, злокачественные новообразования — 14%, несчастные случаи — 12% («Здравоохранение Российской Федерации», 2002, № 5, с.38)...

...при обогащении руд теряется до 15% меди и молибдена, до 20% свинца, до 25% никеля и до 40% кобальта («Геоэкология», 2002, № 5, с.427)...

...теоретически возможны 5770 различных фуллеренов, содержащих от 20 до 60 атомов углерода («Кристаллография», 2002, № 5, с.785)...

...у журнала «Оптика и спектроскопия» с 1990-го по 1999 год тираж снизился с 1734 до 320 экземпляров, а у журнала «Физика твердого тела» — с 1770 до 396 («Оптика и спектроскопия», 2002, № 2, с.351)...

...в Великобритании раз в два года проводят фестивали науки, на которые съезжается до 300 000 человек («Экономическая наука современной России», 2002, № 10, с.18)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Как бороться с застольем

Снова праздники и бесконечная череда застолий — от дружеских посиделок с легкими закусками до обязательных визитов к родственникам с обжорством по полной программе: «оливье», селедка под «шубой», картошечка, горячее, пирожки (нельзя же обидеть бабу Маню!). И килограммы, с трудом сброшенные к праздникам, вернулись на бывшую талию...

Что нового может предложить наука в бесконечной борьбе с избыточным весом?

После хорошего застолья стенки желудочно-кишечного тракта выделяют гормон, известный под именем РYY-36. Его количество зависит от калорийности поглощенной пищи. А если ввести этот гормон до еды, аппетит уменьшится. Это доказали исследования, которые провела эндокринолог Рэйчел Бэттерхэм и ее британские, австралийские и американские коллеги («Science & Vie», октябрь, 2002).

Внутривенная инъекция гормона дает ощущение сытости на двенадцать часов. Эта молекула воздействует на нейроны дугообразных ядер гипоталамуса — отдел мозга, ответственный за такие гормоны, как инсулин и лептин, которые регулируют резервы жира в организме, или грелин, стимулирующий аппетит. В зависимости от их соотношения в крови они увеличивают или заглушают чувство голода.

Правда, эти гормоны до настоящего времени не дали удовлетворительных результатов в борьбе с чрезмерной полнотой. Ученые надеются, что с РYY-36 все будет по-другому.

О.Рындина



А.П.КАЗАРИНОВУ, Смоленск: *Аскорбинометрия не устанавливает содержание аскорбиновой кислоты, это, напротив, анализ окислителей с применением раствора аскорбиновой кислоты как титранта-восстановителя.*

Л.С.БРУК, Санкт-Петербург: *Материал о «сергении», предполагаемом 108-м элементе, был опубликован в журнале «Химия и жизнь», 1970, № 7; в лаборатории, которую возглавлял В.В.Чердынцев, работы по данной теме были прекращены годом позже.*

А.В.СИМАКОВУ, Москва: *Садоводы рекомендуют использовать опилки для утепления растений с осторожностью (они сильно прессуются, так что нарушается аэрация почвы), и только хвойных пород — их древесина не содержит грибковых микроорганизмов; поэтому если вы не уверены, что пилят еловые или сосновые доски, лучше такими опилками не запасайтесь.*

К.С.КОТЕЛЬНИКОВУ, Тверь: *Самоварную трубу очищают изнутри от сажи, протирая тряпкой на палке, сперва скипидаром (чтобы частицы сажи легче отставали), а затем любым моющим средством.*

Ю.М.МАРКОВОЙ, Москва: *Клей-расплав на термозаплатах немецкого производства, которые приклеиваются с помощью горячего утюга, — возможно, сополимер этилена с винилацетатом; если такая заплатка при повторных проглаживаниях начинает отваливаться, с этим, скорее всего, ничего поделать нельзя.*

АЛЕКСЕЮ ЗОЛотовУ, Екатеринбург: *Змея с капюшоном на изображениях фараонов — не индийская, а египетская кобра, она же египетский аспид *Naja haje*; по преданию, именно аспид укусил Клеопатру.*

Л.Д.ЖУКОВСКОЙ, Уфа: *Королевский агат — это обсидиан, то самое вулканическое стекло, из которого в доколумбовой Америке делали зеркала и ритуальные ножи; а вот замечание в детской книжке о производстве обсидиана абсурдно: вулканическое стекло «производят» вулканы, а люди — только изделия из него.*

М.Н.РОМАНОВУ, Тула: *Следы, оставленные восковым карандашиком, можно удалить с помощью любого неполярного растворителя; знающие люди утверждают, что этиловым спиртом можно отмыть карандашный набросок даже с ковра и мебельного флокса — но, увы, не с обоев.*

А.В.И., Зеленогорск, и др.: *К сожалению, мы не имеем возможности высылать подробные справки о химических веществах и методах синтеза — ни бесплатно, ни за деньги.*



Давным-давно, более 300 млн. лет тому назад, расступились воды и на сушу выбрались первое позвоночное, способное на ней жить. Правда, оно и его потомки не расстались с водой окончательно, переходили по мере надобности из одной среды обитания в другую, поэтому много позже, когда на суше появились экспериментаторы, они дали этим существам название «амфибии», сиречь земноводные. К тому времени амфибии измельчали настолько, что их стало возможно наблюдать без риска для жизни. А понаблюдать есть за чем. Даже самая обычная травяная лягушка легко, а главное, быстро демонстрирует поразительное достижение эволюции — выход на сушу. Из икринки появляется водное травоядное животное и за 66 дней становится хищным и сухопутным. Головастик — фактически рыба; у него есть боковая линия (типично рыбий орган чувств), роговой клюв, которым он соскребает зелень с коряг и камней, жабры и хвост, заменяющий плавники. На глазах изумленной публики у этого существа вырастают лапы. (Вы только представьте себе рыбу с коленками!) Появляются легкие, а чтобы ими пользоваться, необходимо переделать систему кровообращения, рассчитанную на жабры. Расширяется узкий рот, выпучиваются глаза, чтобы выглядывать из воды. Длинный кишечник вегетарианца перестраивается для принятия животной пищи. Одновременно ис-

чезают жабры и другие плавательные приспособления. Была рыбка — стало четвероногое.

Конечно, превращение гусеницы в бабочку тоже ошеломляет, но оно происходит втайне от нас, в коконе, а тут все на виду. Что-то рассасывается, что-то перестраивается, а животное плавает себе, как ни в чем не бывало. Разве что постится несколько дней. Неудивительно, что эмбриологи и эволюционисты, можно сказать, с лягушек глаз не сводят. Но одними взглядами, к сожалению, дело не ограничилось.

Со второй половины XVIII века лягушек начали резать: «всем ужасно интересно, что там спрятано внутри». Трудно найти существо, более удобное для постижения основ физиологии. Их легко наловить (специально разводить лягушек стали позже, но это тоже несложно); размер самый подходящий — и в кулаке помещается, и внутренности хорошо видны. А внутри у лягушки сердце, скелетные мышцы и нервная система, которые работают по тем же принципам, что и у остальных позвоночных. Млекопитающее, прежде чем разрезать, надо побрить, а лягушка голая, и это тоже большое удобство. Все ее органы, мышцы и нервы очень лег-



ЖЕРТВА НАУКИ

можно просто набросить отпрепарированный седалищный нерв на поврежденный участок мышцы голени. Так Л. Гальвани положил начало новому направлению в физиологии — учению об электрических процессах в организме, а А. Вольта изобрел устройство, которое позже назвали гальваническим элементом.

В XIX веке плавание лягушек приняло такие масштабы, что стало приметой времени и попало на страницы многих литературных произведений. На лягушках выполняют свою дипломную работу два студента-медика, будущие мужья Веры Павловны, а доктор Базаров даже на каникулах с ними не расстается. «Я видел (с сожалением должен сказать), что и дамы, точно так же, как мужчины, например, отправляются на прогулки изо дня в день с пустыми корзиночками от пилуль и ловят ящериц, жуков, пауков и лягушек, а возвращаясь домой, втыкают в несчастных булавки или режут их без малейшего угрызения сове-

Отто Леви, положившие начало медиаторной теории.

Медиаторы — вещества, которые высвобождаются из нервных окончаний при возбуждении нервов. С их помощью нервная система управляет организмом. Леви доказал существование медиаторов, поставив сложный эксперимент с двумя изолированными лягушачьими сердцами. Потом ученый выделил один из медиаторов, ацетилхолин, и в 1936 году получил за свои работы Нобелевскую премию.

Перечислить все эксперименты, которые ставили и ставят на лягушках, означает переписать большую часть физиологического практикума. Массивное здание физиологии поддерживают мириады кариатид с лягушачьими головками. За два с половиной века развития физиологии лягушачьей крови пролилось море. Иногда студенты спасают из вивария приглянувшегося им щенка или котенка, а лягушку не спасет никто. Из-за того, что они такие мокрые, холодные и не привязываются к людям, почти никто не думает о лягушках как о существах, достойных сострадания или хотя бы уважения. А лягушка, между прочим, очень сложно и интересно организованное животное. У нее уникальные глаза, которые не только воспринимают зрительную информацию, но и частично обрабатывают ее, то есть выполняют функцию головного мозга. Из глаза сигналы приходят в основном не в зрительный отдел мозга, а в рефлекторный центр. Получив информацию, мозг уже не раздумывает, что делать, а сразу приводит в действие мышцы тела в соответствии с решением сетчатки. Даже такой искусный охотник, как кошка, этого не умеет. Кстати, лягушки могут прожить не меньше кошек, лет до восемнадцати. Хотя редкой лягушке это удастся.

Кандидат биологических наук

Н. Резник

Кариатида

ко отпрепарировать, и оборудование для этого нужно самое простое.

Знаменитый спор между двумя учеными итальянцами: врачом и анатомом Луиджи Гальвани и физиком Алессандро Вольта произошел именно над отрезанными задними лапками лягушки. Гальвани обнаружил, что свежепрепарированная лягушачья лапка, подвешенная на медном крючке к железной балконной решетке, сокращалась всякий раз, когда касалась железа. В историю физиологии этот опыт так и вошел под названием «балконный». Гальвани был убежден, что причина сокращения — «животное электричество», которое вырабатывается в лягушачьей лапке. Опыты Гальвани стал повторять Вольта и быстро выяснил, что для возникновения электрического разряда между двумя металлами лягушачья лапка не нужна — достаточно раствора электролита, то есть никакого электричества в лягушке нет. А Гальвани стоял на своем и доказал, что для подергивания лапки не нужны металлы,

сти на куски. А когда вы удивляетесь, что означает эта отвратительная жестокость, вам говорят, что молодой барин или молодая барышня имеют наклонность к естественным наукам», — ворчит дворецкий Беттередж из романа Уилки Коллинза «Лунный камень».

Пока писатели сочиняли, реальные ученые совершали на лягушках эпохальные открытия. Так, знаменитый наш физиолог И. М. Сеченов описал явление центрального торможения. Заключается оно в том, что высшие отделы центральной нервной системы могут тормозить или облегчать рефлекторную деятельность спинного мозга. Например, лягушка рефлекторно отдергивает лапку от серной кислоты, но, если положить на зрительные бугры головного мозга кристалл поваренной соли, как это делал Сеченов, лягушка лапу не отдергивает. Студенты на физиологическом практикуме до сих пор повторяют опыты Сеченова, равно как и опыты Гальвани, а также эксперименты австрийского физиолога





Международный Союз
выставок и ярмарок



8 - 12 сентября 2003 г.

ХИМИЯ

12-я международная выставка
химической промышленности

'2003

Организатор:

ЗАО "Экспоцентр"
при содействии ЗАО "Росхимнефть"

Официальная поддержка:

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

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



ЭКСПОЦЕНТР

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