

Ж

ҚИЗІМЖІ ИРИМИХ







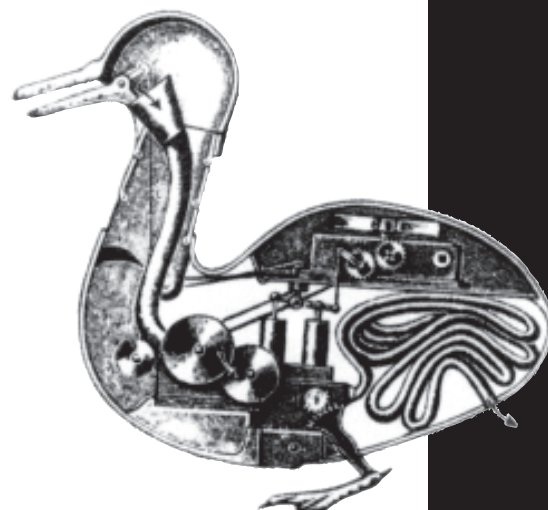
*Если каждый месяц откладывать
понемногу, то уже через год
вы будете удивлены,
как мало у вас набралось.*

Эрнест Хаскинс



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «ЮКОС всерьез занялся наукой»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — фотография
марсианского района Валлис Маринерис
и его трехмерная модель (в правой части картинки).
Это первое изображение Красной планеты,
переданное экспедицией Европейского космического
агентства «Марс-экспресс» 14 января 2004 года.
О результатах экспедиций на Марс — читайте
на третьей странице обложки*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

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

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

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

Подписано в печать 27.01.2004
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
 105005 Москва, Лефортовский пер., 8

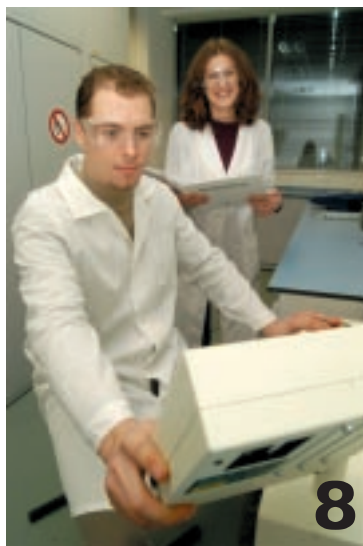
Телефон для справок:
 (095) 267-54-18,
 e-mail: redaktor@hij.ru

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

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

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

© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»



«Технологии без бизнеса бесполезны. Бизнес без технологий невозможен. Успех достигается за счет эффективного сочетания бизнеса и технологий». Следуя этой стратегии, компания ЮКОС в декабре открыла свой Центр исследований и разработок.

Химия и жизнь — XXI век



13 Молекулярные компьютеры придут на смену кремниевым уже через 20–25 лет. А еще через 10–20 лет будет создано новое поколение ДНК- и квантовых компьютеров.

ИНФОРМНАУКА

ЖИТЬ НА МАРСЕ МОЖНО НЕ ХУЖЕ, ЧЕМ НА КОЛЫМЕ	4
ЭКСПЕДИЦИЯ НА МАРС: ПРАЗДНИК НЕПОСЛУШАНИЯ	4
ГАЗОНЫ, НЕ БОЯЩИЕСЯ СОЛИ	5
НАЙДЕН ЧЕРЕП МАМОНТЕНКА	5
ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ — ФАКТОР РИСКА?	6
МЯГКАЯ ХИМИОТЕРАПИЯ РАКА	7
ВОДКА ДОБИВАЕТ ТЕХ, КОМУ И БЕЗ ТОГО ПЛОХО	7

ТЕХНОЛОГИИ

Л.Н.Стрельникова ЮКОС ВСЕРЬЕЗ ЗАНЯЛСЯ НАУКОЙ	8
---	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.И.Минкин МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ	13
Е.Н.Машенко ЛЮТОВСКОЕ: «КЛАДЫЩИЦЕ МАМОНТОВ» И СТОЯНКА ЧЕЛОВЕКА	18

ИНФОРМНАУКА

ЧЕЛОВЕК ВЫРАЩИВАЕТ СЕБЕ ВРАГОВ	23
ИЙНФУЗОРИЙ РАСТУТ ОТ СТРАХА	23

РАЗМЫШЛЕНИЯ

С.Лем ИСКУССТВЕННЫЙ НЕИНТЕЛЛЕКТ	24
--	----

ПОРТРЕТЫ

Ю.А.Данилов ПОЭТ НЕРАВНОВЕСНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ	28
МЫСЛЬ И СТРАСТЬ ИЛЬИ ПРИГОЖИНА	30

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Б.Ф.Ванюшин МАТЕРИАЛИЗАЦИЯ ЭПИГЕНЕТИКИ, ИЛИ НЕБОЛЬШИЕ ИЗМЕНЕНИЯ С БОЛЬШИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ	32
--	----

В номере

5

ИНФОРМНАУКА

Что вырастет на газонах весной, когда сойдет снег вместе с антигололедными препаратами?

24

РАЗМЫШЛЕНИЯ

«От микроразмерной робототехники мы не только можем ожидать много неизвестных нам услуг, но и множество неиспытанных еще несчастий». С.Лем

38

МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

Гость рубрики этого номера — ДНК, которую впервые выделил в 1868 г. швейцарский врач Иоганн Фридрих Мишер.



54

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Об увлекательном занятии, которое у нас называют труднопроизносимым словом «бердвотчинг» (калька с английского bird-watching).

61

КОНФЕРЕНЦИИ

Международный симпозиум «Успехи в синтетической, комбинаторной и медицинской химии» будет проходить в Москве с 5 по 8 мая этого года.

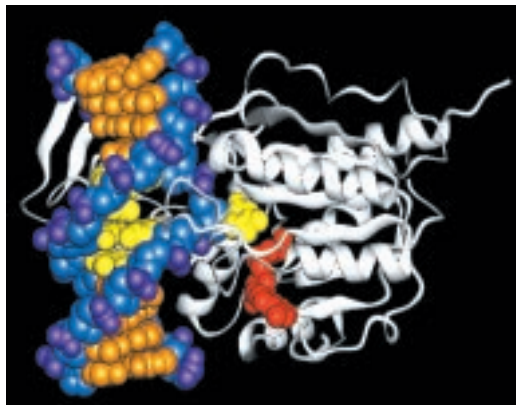


18

В сентябре 2002 г. в Луговском, этом уникальном «кладбище мамонтов», сделаны две сенсационные находки: множество каменных орудий позднего палеолита и позвонки мамонта, пробитый наконечником копыя.

32

Сегодня доподлинно известно, что метилирование ДНК в клетке — не пустяк: оно контролирует все генетические процессы.



МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

Е. Котина
ДЕЗОКСИРИБОНУ... И ТАК ДАЛЕЕ 38

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Ю. Р. Носов
СВЕТ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ 42

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Л. Ашкинази
ЧТО БЫВАЕТ АЛЬТЕРНАТИВНЫМ — КРОМЕ ИСТОРИИ ? 47

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С. Комаров
СУДЬБА ЕЩЕ ОДНОГО ЛЮБИМОГО АЙСБЕРГА
НАШЕГО ГЛАВНОГО ХУДОЖНИКА 52

РАДОСТИ ЖИЗНИ

А. Горяшко
БЕРДВОТЧИНГ: НАУКА СТРАСТИ НЕЖНОЙ 54

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

О. Б. Максимов
«Я ЗАБОЛЕЛ ХИМИЕЙ» 64

ФАНТАСТИКА

Н. Дубихин
ЗОВ ПРЕДКОВ 68

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	40	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	48	ПИШУТ, ЧТО...	70
ИНФОРМАЦИЯ	59	ПЕРЕПИСКА	72

ИнформНаука



МИКРОБИОЛОГИЯ

Жить на Марсе можно не хуже, чем на Колыме

Если на Марсе все же и есть живые организмы, то они обитают в соленых озерах с минусовой температурой, скрытых под десятками метров мерзлого грунта. Такие экосистемы встречаются и на Земле. Некоторые из них недавно исследовали на Колыме ученые из Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН и Института биохимии и физиологии микроорганизмов РАН (Пушино) при поддержке РФФИ, NASA и ФЦНТП.

Биологи впервые изучили население подземных озер, залегающих в вечной мерзлоте на глубине 40 метров. Этим соленым водомам с температурой воды около -10°C — так называемым криопэгам — примерно 1 миллион лет. Исследователи считают, что такие же экосистемы могут существовать на Марсе и спутнике Юпитера Европе, и если там когда-то была жизнь, то ее остатки вполне могут теплиться в промерзших недрах еще не один миллион лет после гибели всего живого на поверхности.

В рассоле, заполняющем пустоты в осадочных породах Колымской тундры, содержится почти столько же бактерий, сколько и в воде обычных озер. Оптимальная для обитателей криопэггов температура — от $+5$ до -5°C . Их клетки крупнее, чем у похожих микробов, которые, правда в неактивном состоянии, нашли в окружающих породах.

Бактериям, обнаруженным исследователями, нужна одновременно соль в воде и холод, и чем холоднее вода, тем большая концентрация солей им требуется. Это типично для обитателей подобных мест, однако на Земле микробы с такими запросами до сих пор не встречались. Как отмечают ученые, активный метаболизм этих созданий вовсе не означает, что они размножаются и растут в условиях криопэга, тем не менее они вполне способны поддерживать свою жизнеспособность и ремонтировать ДНК при на-

рушениях в ожидании более благоприятных условий. Интересно, что в криопэгах обитают микроорганизмы как нуждающиеся в кислороде, так и не переносящие его, они мирно сосуществуют и дополняют друг друга. Например, психробактерии, дышащие кислородом, питаются веществами, которые производит штамм, погибающий при контакте с кислородом. Исследователи не уточняют, откуда в подземных озерах взялся кислород, но, очевидно, какое-то его количество там есть.

Криопэги сформировались в морских отложениях около миллиона лет назад (это средний плейстоцен), во время последних великих оледенений в северном полушарии, когда море отступило. Потом сверху накопились отложения, которые окончательно законсервировали подземные озера, находящиеся сейчас на глубине около 40 метров. Специалисты доказали, что с той поры их население не пополнялось. Микробы, выделенные из криопэггов, не могли проникнуть туда в более близкие к нам эпохи с поверхности или из пленок связанной воды в окружающем грунте. Впервые, это совсем не те виды. Кроме того, бактерии из других слоев многолетней мерзлоты и с поверхности, которые, несомненно, могли попасть в водоемы при бурении, в отличие от аборигенов не проявляют метаболической активности в растворе морской соли с концентрацией более 100 граммов на литр при температуре -13°C . Именно такие рассолы заполняли криопэги с тех времен, когда по Земле еще бродили шерстистые носороги и наши предки — архантропы.

Криопэги ученые обнаружили на территории Колымской низменности еще в семидесятых годах прошлого века, измеряя электрическое сопротивление осадочных пород. Чтобы добраться до подземных озер, исследователи пробурили несколько скважин. При этом они старались не занести туда вещество извне, однако это практически невозможно. Именно поэтому на другом конце Земли, в Антарктиде, приостановили буровые работы над озером Восток. Перед тем как возобновить антарктическое бурение, специалисты предлагают сначала «потренироваться» на криопэгах: отработать стерильность при отборе образцов воды и методы, которыми можно отличить местную микрофлору от привнесенной. Кстати, микробы из колымских криопэггов генетически близки к выделенным из морских льдов Антарктиды — их гены на 95–97% не совпадают.

Так что, возможно, марсианские микроорганизмы еще ждут своих исследователей. Объективные данные такому предположению не противоречат.



Экспедиция на Марс: праздник непослушания

Члены космического экипажа страшно далеки от народа. Они представляют собой замкнутую на орбите группу, а круг их внешнего общения ограничен другой группой, Центром управления полетом. Сотрудник Института медико-биологических проблем РАН В.И. Гуштин проанализировал записи переговоров космонавтов с Землей, ознакомился с мнением других исследователей, в том числе и зарубежных, и пришел к выводу, что между ЦУПом и экипажем возможны конфликты. Их вероятность возрастает при длительных перелетах: вполне возможно, что во время экспедиции к Марсу экипаж решит «шевелить усами» самостоятельно, без постоянного руководства с Земли.

Космонавты дойдут до такой жизни по нескольким причинам. Во-первых, сидя в изоляции, они постепенно привыкают к нехватке информации. Желание земных специалистов общаться с экипажем в той же мере, что и до полета, зачастую раздражает космонавтов, которым кажется, что контакты отвлекают от работы. Во-вторых, космонавты живут «за стеклом». Быть участником шоу, ощущать свою особую миссию и постоянную оценку со стороны очень тяжело. В такой обстановке вполне естественно желание избежать видеонаблюдения и сократить объем переговоров.



Как заметил В.И.Гущин, сославшись, впрочем, и на данные других специалистов, люди тяготеют к тем, кто вызывает у них симпатию, а с теми, кто им не нравится, они общаться не хотят. Увы, не все специалисты ЦУПа приятны космонавтам и вызывают их доверие. Советская космонавтика знает случаи, когда экипаж на орбите отказывался от общения с определенными людьми.

Трудно повлиять на экипаж, когда он на орбите, а ЦУП — на Земле. Особенно если космонавты летают долго и приобрели такой опыт, какой и не снился многим наземным консультантам. Космонавты считают, что лучше разбираются в ситуации, и не признают за наземными службами право на руководство. Неподчинение может проявляться по-разному. Экипаж может утаивать от Земли часть информации, ограничиваясь дежурным «у нас все хорошо», или открыто протестовать (так, американский экипаж «Скайлэб-4» объявил себе выходной день вопреки программе полета). На международных космических экспедициях проблемы еще серьезнее. Наверное, не всем придет в голову, что действиями Международной космической станции сейчас руководят два ЦУПа, каждый из которых общается исключительно со своими соотечественниками на борту. В результате каждый центр обладает только частью информации. Конечно, две головы лучше, чем одна, но, если они командуют одним телом, это уже уродство. Когда ЦУПы начнут выяснять, кто прав, и давать взаимоисключающие указания, космонавты, возможно, предпочтут действовать по собственному усмотрению.

Именно такой сценарий предусматривают космические психологи для марсианской экспедиции. Экипаж изолирован от Земли, независим, с каждой минутой приобретает уникальный опыт, а команды из центра приходят с задержкой. По мнению ученых, в этой ситуации наземным службам придется изменить стратегию. Более 40 лет они руководили космонавтами, а теперь Земля должна будет оказывать экипажу только информационную поддержку, причем исключительно по запросам с борта и в максимально дружелюбной, ненавязчивой, кооперативной форме. Иначе космонавты, чего доброго, обидятся и отключат связь. Иными словами, придется перейти от руководства экипажем к равноправному партнерству с ним.

Сейчас много говорят о равноправном партнерстве в самых разных областях. Примеров успешной реализации этого тезиса пока не видно, и гипотетическая марсианская экспедиция не стала исключением: психологи обозначили проблему, но не решили ее. Очевидно, люди еще не готовы к освоению Солнечной системы.

ЭКОЛОГИЯ

Газоны, не боящиеся соли

Те, кто зимой пользуются технической солью и другими противогололедными реагентами, рискуют летом вместо ухоженного газона обнаружить заросшую бурьяном полянку или просто голую землю. На зимнее засоление мы, по-видимому, обречены, но газон можно спасти. Специалисты Московского государственного университета инженерной экологии и Института физиологии растений им. Тимирязева РАН получили клеточные линии газонных трав, устойчивых к засолению.

Противогололедные средства губительны для растений. Их натиск могут выдержать только дикорастущие травы, более устойчивые к засолению, нежели культурные, поэтому в лучшем случае вместо аккуратного газончика весной мы получим кусочек пустыря. При более сильном засолении почвы на газоне вообще ничего не вырастает. Тогда его засыпают черноземом, высевают газонную травку, однако следующей весной вместо нее снова лезет какой-то несимпатичный бурьян. Решить проблему городских газонов можно, создав для них специальные сорта травы, а ускорить процесс селекции позволяющие методы современной биотехнологии.

В мировой практике для создания газонов используют около 15 видов многолетних трав, преимущественно злаковых. Лучшее всего на городских газонах сажать полевицу, овсяницу и мятлик. К сожалению, эти замечательные газонные травы чувствительны к засолению. Московские ученые взялись за выведение солеустойчивых полевицы и овсяницы. Каллусы они получали из семян, которые предварительно стерилизовали отбеливателем «Белизна» (вот они, высокие технологии).

Выращивали каллусы на питательных средах с разными концентрациями хлорида натрия. Из солеустойчивых каллусов получали растения, которые высаживали в засоленную почву. По росту злаков в этой почве и по всхожести семян выбрали солеустойчивые полевицу и овсяницу.

Концентрация соли в городской почве редко превышает 1%. Исследователям удалось получить растения, которые выжили при такой засоленности. Треть из них выдерживала даже концентрацию 2%, при которой контрольные растения погибают все до единого. Устойчивые травы растут на засоленных почвах зна-

чительно лучше, чем неустойчивые, позже начинают желтеть и, что самое главное, передают свои замечательные свойства семенам. Полевицу лучше адаптировать к столичной жизни. Ученые получили устойчивые линии, семена которых прорастают в соленой почве примерно в два раза лучше, чем у исходных растений. Травы, выросшие из этих семян, также устойчивы к повышенному содержанию хлорида натрия. Так что желающим засеять новый газон не придется самостоятельно получать культуру растительных клеток.

Пока исследователи занимались селекцией, в Москве стали применять новые противогололедные смеси, чаще всего бишофит (хлорид магния). Как показало предварительное исследование, 1% бишофита слабо замедляет прорастание семян, но заметно угнетает рост исходных трав. Тем не менее полевица, выращенная из устойчивых к технической соли семян, неплохо себя чувствует и в почве с бишофитом.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Найден череп мамонтенка



Впервые найден череп детеныша мамонта, погибшего в возрасте около двух лет. До сих пор палеонтологам не попадались черепа детенышей такого возраста, а хорошая сохранность находки сделала ее настоящей сенсацией. Мамонтовый комитет России при Санкт-Петербургском научном центре РАН организует программу изучения уникального образца, в которой будут участвовать не только российские, но и японские ученые, а затем образец передадут в Музей мамонта при Институте прикладных проблем экологии Севера (Якутск).

Летом прошлого года на Новосибирских островах сборщики бивней мамонта из артели А.Валежного (московское ООО «Интер-Мамонт» — организация, которая отыскивает и продает останки мамонтов, не имеющие научной ценности) нашли неполный череп детеныша мамонта с нижней челюстью, на которых остались фрагменты мягких тканей. Эта необычная и очень редкая для музеев России находка была сделана на Восточном берегу острова Большой Ляховский в районе устья реки Большой Этерикан. В условиях вечной мерзлоты (остров находится прибли-

зительно на 77 градусах северной широты на границе морей Лаптевых и Восточно-Сибирского) голова мамонтенка прекрасно сохранилась. Хотя абсолютный возраст находки пока не установлен точно, он наверняка превышает 11–12 тысяч лет. В период последнего оледенения (50–11 тысяч лет назад) Новосибирские острова представляли собой северную часть Азиатского материка, и мамонты вместе с другими животными этой эпохи жили здесь много тысяч лет. Когда оледенение закончилось, наступление моря отделило эту часть древней суши от Азиатского континента.

Предварительное изучение показало, что череп принадлежит детенышу приблизительно двухлетнего возраста. Скорее всего, он погиб в самом начале весны или в конце зимы. Возраст определен по прекрасно сохранившимся зубам второй и третьей смены. Внутри альвеол — небольшие (14-сантиметровые) постоянные бивни. Их диаметр всего 2,7 см, и они еще совсем не похожи на огромные изогнутые бивни взрослых мамонтов. На черепе разрушена только часть мозгового отдела, а на нижней челюсти — сочленовные отростки, в остальном же сохранность образца необычайно хорошая. На нижней поверхности и естественных полостях черепа — носовом проходе, крупных каналах для прохождения нервов и сосудов — осталось достаточно много мягких тканей: мышц, связок и хрящей.

«Ранее в России не было известно о находках черепов детенышей мамонта такого возраста и такой прекрасной сохранности, — утверждает кандидат биологических наук, эксперт Министерства культуры по палеонтологии Е.Н.Машенко. — Исследования этого образца позволяют палеонтологам изучить многие особенности индивидуального развития и условий жизни мамонтов, понять особенности их экологии и, возможно, причины сокращения биоразнообразия в эпохи климатических перестроек, происходивших в конце ледникового периода. Кроме того, эта редкая находка показывает, что детеныши мамонта рождались даже на самом далеком севере Евразийского континента и могли там выживать, несмотря на очень суровые условия, характерные для той эпохи».

Учитывая редкость подобных находок и отсутствие таких образцов в российских музеях, ООО «Интер-Мамонт» предложило провести изучение этого образца Мамонтовому комитету России при Санкт-Петербургском научном центре РАН, а затем передать в Музей мамонта при Институте прикладных проблем экологии Севера (Якутск). Мамонтовый комитет России организует специальную программу изучения этого образца совместно с учеными из Японии.

ООО «Интер-Мамонт» ранее уже неоднократно передавало бивни мамонтов,

представляющие научный интерес, в российских музеи (например, в Государственный Дарвиновский музей, Москва). Эта организация постоянно поддерживает контакты с экспертами Минкультуры по палеонтологии (департамент по сохранению культурных ценностей) с целью отбора образцов, которые представляют научную и культурную ценность, для музеев России.

физиология

Геомагнитное поле — фактор риска?

Вероятность, вид и время появления у человека раковых опухолей зависят от состояния геомагнитного поля в то время, когда нынешний больной был еще эмбрионом, — к такому выводу пришли ученые из Центрального научно-исследовательского рентгенорадиологического института Минздрава РФ (Санкт-Петербург).

Геомагнитное поле слабо и внешне неощутимо, но его изменения влияют на поведение человека, состав крови и течение сердечно-сосудистых заболеваний. По некоторым данным, солнечная активность может так воздействовать на эмбрион, что из него вырастет ребенок с психическими или невротическими отклонениями. Ученые подозревали даже, что от уровня геомагнитной активности в некоторые недели эмбрионального развития зависит вероятность заболевания раком. Однако в целом влияние геомагнитного поля на возникновение опухолей не учитывают. Сотрудник Центрального научно-исследовательского рентгенорадиологического института Минздрава РФ В.А.Ямшанов исследовал связь геомагнитной активности во время эмбрионального развития с возникновением у этих людей в будущем различных злокачественных опухолей.

Ученый использовал истории болезни 534 пациентов клиники ЦНИРРИ с разными типами опухолей. В каждую группу попало от 24 до 47 больных с тем или иным видом рака. Кроме того, в исследовании приняли участие 24 здоровых человека. От даты рождения больного отнимали 9 месяцев и определяли для каждого месяца до рождения и в течение полугодия после значение среднемесячного геомагнитного индекса. Затем для каждой группы провели корреляционный анализ между значением среднемесячного геомагнитного индекса для каждого месяца и временем обнаружения опухоли.

Оказалось, что к повышенному риску возникновения опухоли молочной желе-

зы приводит высокая геомагнитная активность в период беременности матери, начиная с четвертого месяца, а также в первые шесть месяцев после рождения. Раку легкого способствует повышенная активность в 3–4-й месяцы беременности и 5–6-й месяцы после рождения. Для лимфогранулематоза имеют значение все месяцы беременности и первые полгода жизни, для лимфом — три месяца после рождения (геомагнитный фон во время

беременности в данном случае не важен). Опухоли мочевого пузыря зависят от солнечной активности в 3–8-й месяцы беременности, для аденомы гипофиза имеет значение состояние геомагнитного поля в момент рождения и на 6-й месяц жизни, для рака яичника — после 6-го месяца беременности, для



рака предстательной железы — в 5–8-й месяцы беременности, для рака печени — в первые 3 месяца после рождения. Чем выше был уровень напряженности геомагнитного поля в критические месяцы, тем раньше появлялись опухоли у больных.

Вместе с тем уровень геомагнитной активности во время внутриутробного развития и в первые месяцы жизни не влияет на возникновение злокачественных опухолей щитовидной железы, пищевода, желудка, прямой кишки и шейки матки.

В.А.Ямшанов предполагает, что зависимость между индексами геомагнитной активности в определенные периоды развития и появлением злокачественной опухоли связана с закладкой и развитием у эмбриона тех или иных органов или систем (гормональной, иммунной, кровяной). Некоторые из них закладываются на самых ранних стадиях развития эмбриона, другие — во вторую половину беременности и после рождения. Для развития печени важны особенности питания младенца и формирование системы детоксикации его организма, для гипофиза — активное развитие головного мозга новорожденного. Поэтому на опухоли этих органов влияет геомагнитная активность в первые месяцы жизни.

Ученые предполагают, что с увеличением числа наблюдений можно будет уточнить связь между временем образования опухолей и состоянием геомагнитного поля в ранний период развития, предсказать риск возникновения тех или иных видов новообразований, а также оценить величину этого риска.



ОНКОЛОГИЯ



Мягкая химиотерапия рака

Можно ли сделать химиотерапию рака поджелудочной железы более действенной, не увеличивая, а снижая дозу лекарства? Ученые из Санкт-Петербурга отвечают утвердительно и предлагают методику «масляной пробки».

Аденокарциному поджелудочной железы не всегда можно удалить и очень сложно вылечить. Ее клетки устойчивы к действию лекарств, причем эта устойчивость предопределена генетически. Такими же свойствами обладают и нормальные клетки поджелудочной железы. Противоопухолевый эффект химиотерапии можно усилить, увеличив дозу и время контакта лекарства с раковыми клетками, но эти меры усугубят и без того тяжелые побочные эффекты. В клинике Центрального научно-исследовательского рентгенологического института Минздрава РФ (Санкт-Петербург) разработали и патентовали метод, позволяющий действие лекарства усилить, а побочных эффектов избежать.

Чтобы повысить действенность препаратов, их следует вводить в кровеносные сосуды, питающие опухоль. При раке поджелудочной железы это сделать сложно. Тамонные опухоли кровеносными сосудами пронизаны слабо, кроме того, эти артерии сообщаются с соседними органами: желудком, двенадцатиперстной и тощей кишкой, селезенкой. Поэтому лекарство, введенное в эти артерии, быстро оттуда вымывается и мало контактирует с клетками опухоли. Питерские онкологи предложили резко замедлить кровоток в поджелудочной железе и опухоли, закупорив артерию масляной пробкой, содержащей лекарство. Лечебная суспензия медленно циркулирует по микрососудам опухоли, пока пробка не рассосется, благодаря чему лекарство очень долго контактирует с раковыми клетками и хорошо в них всасывается. Это позволяет увеличить эффективность лечения, уменьшив при этом суммарную дозу вводимого препарата от двух до пяти раз.

Масляную химиоэмболизацию (так называется метод) проводят в рентгеноперационной. Больному в бедренный сосуд вводят катетер, с помощью которого ищут артерию, непосредственно снабжающую

опухоль. Если такая артерия найдена (это не всегда удается), в нее вводят болюс, содержащий водный раствор гемцитабина в 2–10 мл сверхжидкого липидола. Затем катетер удаляют, и больную 18 часов лежит, при этом его еще пользуют другими препаратами. Процедуру лучше повторять ежемесячно, пока опухоль не начнет уменьшаться.

За четыре года исследователи пролечили 32 пациента с неоперабельными опухолями. Большинство из них перенесли лечение удовлетворительно. Почти никто не испытывал тошноты и болей, характерных для химиотерапии. Подавляющему большинству масляная химиоэмболизация помогла — их состояние стабилизировалось или улучшилось. Половина пациентов после лечения смогла прожить еще год, пять человек — два года. При обычной химиотерапии они прожили бы месяцев пять, без лечения — только три.

Исследователи подчеркивают, что химиоэмболизация эффективнее всего действует на первичную опухоль, поэтому ее лучше назначать больным, у которых нет метастазов в других органах. Кроме того, химиоэмболизацию полезно будет использовать в комбинации с лучевой терапией и в качестве дополнительного лечения больных, которым удалили опухоль.

СОЦИОЛОГИЯ

Водка добивает тех, кому и без того плохо

Резкое уменьшение средней продолжительности жизни российских мужчин в девяностые годы прошлого века — факт печальный, но требующий серьезного и честного анализа. Особенную озабоченность вызывает возрастание мужской смертности в период либерально-демократических реформ 1990-х годов. Петербургские ученые проанализировали рост смертности мужчин в конце прошлого века и пришли к довольно неожиданным выводам.

Во-первых, чем ниже уровень образования, тем выше смертность: среди высокообразованных мужчин смертность не выросла, а среди мужчин с низким уровнем образования выросла очень сильно. Во-вторых, не подтвердилось широко распространенное мнение, что потребление алкоголя сокращает жизнь. Скорее можно говорить о том, что алкоголь лишь «добивает» тех, кому и так уже плохо и у кого риск умереть довольно высок.

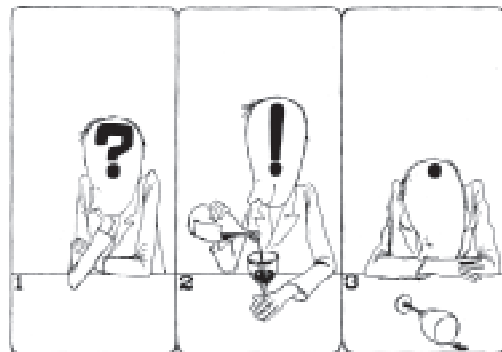
Декан колледжа общественного здоровья Медицинской академии постди-

пломного образования С.Л.Плавинский и сотрудники Института экспериментальной медицины С.И.Плавинская и А.Н.Климов проанализировали судьбу нескольких тысяч мужчин, проживающих в Петроградском районе Санкт-Петербурга. Ученые вели наблюдения за мужчинами из двух возрастных групп — когорт. В первую когорт вошли мужчины 1916–1935 годов рождения, во вторую — мужчины 1927–1946 годов рождения. Возрастная разница между двумя когортами 19 лет, то есть большинство мужчин из первой группы состарились до демократических реформ, а из второй — во время их.

В изучаемых когортах были выделены три группы: с высшим образованием, со средним и с образованием ниже среднего. Смертность среди мужчин с высшим образованием была одинакова в обеих когортах. Несколько возросла смертность за 10 лет в группе мужчин со средним образованием. Наибольшее возрастание смертности за десять лет отмечено для мужчин с образованием ниже среднего, причем особенно участились случаи смертей от сердечно-сосудистых заболеваний и рака.

Кроме того, в каждой из трех групп выделили по две подгруппы — тех, кто выпивал менее или более 150 граммов алкоголя в неделю. Интересно, что в целом по группам картины это не меняет. То есть смертность сильно пьющих мужчин с высшим образованием не изменилась, точно так же, как и непьющих. В группе людей с образованием ниже среднего смертность увеличилась на 75%, и примерно 10–20% случаев связано с потреблением алкоголя.

Еще один интересный вывод: чем выше уровень образования мужчины, тем меньше для него риск умереть молодым. В



течение 1990-х годов смертность среди мужчин с высшим образованием не возросла. Довольно неожиданно, что употребление алкоголя само по себе не приводит к повышенной смертности. У высокообразованных людей смертность одинакова среди сильно- и малопьющих. Зато у необразованных (с образованием ниже среднего) алкоголь вносит некоторый вклад в ее возрастание. Можно сказать, что алкоголь сам по себе не является причиной смертности, но он помогает добить тех, кто имеет к этому социальные предпосылки.

В декабре открылся первый в России корпоративный исследовательский центр



ЮКОС

Года два назад мне удалось побывать в Исследовательском центре компании «Nestle», расположенном под Лозанной в Швейцарии. Трехэтажное здание было удачно вписано в холмистый ландшафт и утопало в зелени, да и в самом здании повсюду были цветы, картины. Казалось, что я попала в центр искусств. Впрочем, так оно и было, ведь современные технологии сродни искусству. Нашу группу журналистов водили по центру, где в лабораториях за кодовыми замками хранятся технологические секреты йогуртов, шоколада, растворимого кофе и многого другого.

Я смотрела на всю эту красоту, на фантастически оснащенные лаборатории и думала: когда же у нас в России появится такое же? Вроде бы и корпорации крупные уже есть, а вот исследовательских центров нет. Но оказалось, что, пока я об этом думала, в Москве уже началось строительство Центра исследований и разработок ЮКОС на улице Губкина (официальный адрес: Ленинский проспект, д. 55/1, строение 2). 15 декабря он официально открылся, и в России появился первый корпоративный исследовательский институт, оснащенный по последнему слову науки и техники.

«Открытие Центра — большая неожиданность и хороший подарок российской науке, — сказал на церемонии открытия академик РАН В.Н.Пармон, директор Института катализа им. Борескова СО РАН. — Впервые в России появился научный центр, специализированный в области химии и отвечающий самым высоким требованиям мировых стандартов. Его создание открывает перспективу активного и взаимовыгодного сотрудничества Российской академии наук и крупнейшей в России нефтяной компании».

В рекордно короткие сроки

«Технологии без бизнеса бесполезны. Бизнес без технологий невозможен. Успех достигается за счет эффективного сочетания бизнеса и технологий». Эта фраза, которую я взяла из материалов о Центре, вполне может быть девизом стратегии компании ЮКОС в области технологий. Открытие Центра исследований стало важным шагом в ее реализации.

Идея создания центра принадлежит Михаилу Ходорковскому, что и понятно: ему, выпускнику МХТИ им. Д.И.Менделеева, хорошо известна ценность технологического знания. К тому же компания все острее стала чувствовать потребность в исследователях высокого класса. И если создать специальную образовательную программу в содружестве с российскими вузами просто, то вот найти подходящую современную базу для исследовательской работы будущих специалистов оказалось практически невозможно. Значит, надо строить свой Центр.

В 2001 году ЮКОС делает стратегическое приобретение — покупает технологический центр Davy Process Technology (DPT) со штаб-квартирой в Лондоне и современным исследовательским центром в Стоктоне (Великобритания). Этот научный центр, один из самых известных в мире разработчиков и поставщиков новейших технологий в области нефтехимии, известен уже более 100 лет. Стало понятно, что специалистам из DPT можно поручить строительство подобного центра в Москве.

Проект начали в январе 2002-го. В течение года готовили исследовательскую программу Центра, под которую параллельно разрабатывали проектно-строительную документацию и искали подходящее место для будущего Центра. В декабре 2002 года начались работы по реконструкции старого лабораторного корпуса на Ленинском проспекте, с июля по сентябрь 2003 года монтировали системы жизнеобеспечения здания, лабораторное оборудование, и уже в сентябре были запущены лаборатории.

Получилось замечательно: элегантный серебристый пятиэтажный корпус с бледно-зелеными стеклами, рациональный и функциональный интерьер в бледных зелено-бежевых тонах, безупречные лаборатории, где продумано все до мельчайших деталей. Здесь действительно постарались создать максимально безопасные и комфортные условия для работы. На территории 10 000 кв. метров расположены лаборатории, в которых могут работать до 200 сотрудников, а также офисные и учебные помещения. В цокольном этаже находится «сердце» Центра — электронная система управления зданием (BMS), системы вентиляции, отопления, водоснабжения, кондиционирования, трансформаторная подстанция и газовая система тушения пожаров. Здесь же — центральная система газораспределения, которая позволяет по-

Всерьез занялся наукой



ТЕХНОЛОГИИ

Л. Стрельникова

«Мы не ставим амбициозных целей»

— Возведение Центра исследований и разработок ЮКОС стало одним из самых капиталоемких проектов компании. Стоила ли игра свеч? Ведь у ЮКОСа есть свои региональные научно-исследовательские подразделения?

давать в лаборатории по магистралям несколько газов — кислород, водород, азот, гелий, аргон и сжатый воздух, поэтому лаборатории не загромождаются газовыми баллонами. 72 вытяжные системы завязаны на единую систему фильтрации «выбрасываемого» воздуха, под размещение которой отведен специальный технический этаж. Мощные тяги снабжены устройствами, подающими звуковой сигнал, если тяга открыта слишком сильно. Система фильтрации позволяет очищать воду и воздух на входе и выходе из лабораторий, химическая посуда, электронные весы, роторные испарители и прочее — все самое лучшее, вызывающее восторг у любого химика.

Аналитическое оборудование в Центре представлено великолепным арсеналом новейших приборов, обеспечивающих такие методы исследования, как газовая и жидкостная хроматография, жидкостная и газовая хромато-масс-спектрометрия, масс-спектрометрия ICP-MS, атомно-абсорбционная спектроскопия, спектрофотометрия, ИК-Фурье спектроскопия, дифференциально-сканирующая калориметрия и термогравиметрия, рентгено-флуоресцентная спектроскопия, рентгеновская дифрактометрия, электронная микроскопия и ЯМР. Есть и необходимый набор оборудования для стандартных методов контроля качества нефти и нефтепродуктов в соответствии со стандартными методами ГОСТ, ASTM, EN, IP. Перечисляю это специально для тех, кто понимает. Одним словом, посещение этого заведения для профессионального исследователя чревато потерей сознания.

Центр исследований и разработок ЮКОС создан в непривычно короткие сроки, хотя это потребовало вложения значительных средств. От идеи до ее воплощения прошло неполных два года. Беседую с радушным и доброжелательным хозяином Центра — генеральным директором Михаилом Борисовичем Рогачевым.

— У нас действительно есть несколько региональных исследовательских подразделений в Новокуйбышевске, Самаре, Ангарске, Томске и Нефтеюганске, созданных на базе отраслевых научно-исследовательских институтов. Эти подразделения решают конкретные прикладные задачи, связанные с нашими производствами, расположенными поблизости, — задачи сегодняшние. Понятно, что региональные подразделения не могут организовать тесное взаимодействие с зарубежными партнерами, с институтами Российской академии наук и ведущими российскими вузами, расположенными в Москве. Для устойчивого развития компании надо смотреть на несколько шагов вперед, видеть перспективу. Поэтому Михаил Ходорковский решил строить главный исследовательский центр НК ЮКОС именно в Москве, поближе к самой компании и подальше от предприятий, чтобы центр невольно не привязывался к решению их текущих сиюминутных задач. Кроме того, Центр будет решать стратегические задачи и в области новых технологий, поэтому соседство с крупнейшими институтами Российской академии наук чрезвычайно важно.

— Какие же задачи собирается решать Центр?

— Мы не ставим перед собой амбициозной цели делать открытие за открытием в науке. Главнейшая задача Центра — обслуживать корпоративные

интересы. Во-первых, наша компания покупала и будет покупать новейшие технологии. Но в каждом случае принятие решения должно опираться на надежную экспертную оценку. Поэтому наш Центр будет играть роль главного, высококвалифицированного эксперта корпорации. Во-вторых, Центр займется подготовкой специалистов самого высокого уровня для своих подразделений, то есть это еще и образовательный проект. Здесь предусмотрены не только программы повышения квалификации для работников наших региональных исследовательских подразделений, но и непо-



средственное обучение студентов в рамках совместной программы ЮКОСа и Московской академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова. Наконец, Центр будет заниматься и собственно исследованиями по нескольким направлениям, связанным с развитием компании. Это технологии производства топлив и масел в соответствии с европейскими стандартами, испытание и разработка ка-



ся от нее и начинаем разрабатывать новое направление. Полагаю, что свои планы мы будем пересматривать каждые два года. Но это не означает, что мы не собираемся сотрудничать с академическими институтами и другими научными организациями. Не менее 10 процентов объема наших исследований мы планируем выполнять на стороне, по заказу. Мы сотрудничаем с Институтом нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН, Институтом катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Институтом органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН, Институтом физической химии им. Л.Я.Карпова, Российским государственным университетом им. И.М.Губкина, МГУ им. М.В.Ломоносова и другими. В тесном взаимодействии с этими организациями мы планируем перспективные исследовательские направления и подбираем научный персонал.

Кто работает в Центре

Как ни странно, одна из проблем, возникшая у Центра, была связана с подбором людей, тех самых кадров, которые решают все. Сейчас штат укомплектован на 50%, поэтому работа по поиску людей продолжается. В этом деле Центру помогают эксперты из числа ведущих российских ученых, которые рекомендуют того или иного исследователя. Трудно было найти руководителей лабораторий и направлений. На эти должности искали ученых, за плечами которых не только патенты, статьи в научных журналах и имя, но еще и опыт работы в подобного рода лабораториях. Ведь Центру предстоит создавать традиции корпоративной науки, которых в России практически нет. Поэтому искали российских специалистов и за рубежом, причем вполне успешно.

Руководителем аналитической лаборатории пригласили Тамару Валентиновну Арбузову. Она проработала 30 лет на Уфимском нефтеперегонном заводе, прошла путь от лаборанта до заместителя директора по качеству. Последние четыре года Тамара Валентиновна возглавляла филиал компании «Saybolt» в Болгарии и занима-



тализаторов, технологии утилизации попутного газа, мембранные технологии, топливные элементы и многое другое. Если одна из десяти наших разработок появится на рынке, то будем считать, что мы свою задачу выполняем.

— А не проще и не дешевле было бы заказывать эти исследования в тех же академических институтах?

— В больших академических институтах, где делают науку, совсем иной стиль работы и традиции, унаследованные с советских времен. Государственные научные учреждения выполняют исследования по чрезвычайно широкому спектру направлений, который явно превосходит сегодняшние ресурсные возможности (особенно в условиях крайне низкого бюджетного финансирования). Выделяемые на ис-

следования средства вынужденно расходуются на поддержание жизнедеятельности институтов. Большая часть исследований выполняются в институтах Российской академии наук, не связанных с производством. В результате — избыток исследований, не завершающихся ни внедрением, ни применением на практике.

Мы нацелены на конечный результат, причем полученный в достаточно короткие сроки. Результатом работы должны стать конкретные продукты и технологии, которые надо будет патентовать и выводить на рынок. При заказных исследованиях неизбежно возникают вопросы с интеллектуальной собственностью, на решение которых приходится тратить много времени. Кроме того, один из принципов нашей работы — мобильность. Если работа не пошла, то мы отказываем-

лась контролем качества бензина, дизельного топлива, керосина, мазута, предназначенных для продажи в страны Европы и США. Теперь у нее большое хозяйство в Центре — солидный парк аналитического оборудования и приборов, которые должны работать на исследовательские группы. Поэтому под задачи исследователей Т.В.Арбузова подбирает и покупает аналитические методики. Работают на приборах только профессионалы, специально этому обученные. Но здесь к каждому прибору не приставляют по сотруднику — слишком накладно и нерационально. Приборы обслуживает небольшая группа специалистов: скажем, 16 газовых хроматографов обслуживает группа из трех человек, включая руководителя. Все методики и оборудование имеют международные сертификаты, и, если возникнут вопросы или претензии по качеству продукции компании ЮКОС, результаты анализов аналитической лаборатории будут учтены при арбитраже.

Приятной неожиданностью для меня оказалась встреча в Центре с Владимиром Мордковичем, автором нашего журнала, который знаком читателям по статьям о нанотрубках и организации науки в Японии. Автор 26 патентов и 77 публикаций, В.Мордкович закончил химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова в 1981 году, затем учился в аспирантуре на кафедре высокого давления, где исследовал переходы «графит-алмаз» и гидриды высокого давления. После защиты диссертации попал в ГИАП и продолжал заниматься гидридами высокого давления уже в приложении к технологии производства и переработки водорода и продуктов высокого давления. Проработал там почти семь лет, пока не получил приглашение в Японию поработать в государственной корпорации по исследованиям и разработкам, а затем — в частной компании «Международный центр материаловедения». В Японии В.Мордковичу пришлось заниматься в основном углеродом, в частности — нанотрубками, новыми видами углеродных материалов, фуллеренами. В 2003 году он получил приглашение от Центра исследований ЮКОС направить направление «Новые материалы и мембранные технологии» и с радостью согласился. Работать на родине в прекрасно оснащенных лабораториях, что может быть лучше!

«Несколько месяцев ушло на тщательное перспективное и календарное планирование работ по тому направлению, которое мне поручено, — рассказывает В.Мордкович. — Пришлось сделать доклад и презентацию на расширенной дирекции, которая пока за-

меняет ученый совет Центра, научно обосновать все предлагаемые исследования и обозначить возможный результат. Все проекты жестко ограничены сроками, итоги будут подводиться каждый квартал. Отчасти это напоминает нашу работу по хозяйственным в советское время, когда были и календарные планы, и отчеты, и все остальное. Задача наших исследовательских лабораторий — разработать ту или иную технологию таким образом, чтобы ее можно было передать в инженеринговую технологическую компанию, которая в состоянии спроектировать и построить опытную промышленную установку».

Производство водорода и углеродных материалов будут находиться в фокусе исследований В.Мордковича и его лаборатории. «Углерод — неизбежный побочный продукт многих нефтехимических процессов, будь то пиролиз тяжелых нефтяных остатков или получение водорода из попутного газа, — рассказывает В.Мордкович. — Наша задача научиться получать обычную сажу или кокс с целевыми свойствами, которые обеспечат интересные технологические применения и соответственно высокую цену. Мы называем это «квалифицированными продуктами». Сажа или кокс в зависимости от своей структуры, то есть условий получения и обработки, могут на два порядка подниматься в цене, если приобретают ценные свойства. Можно, к примеру, использовать обычную сажу как наполнитель для резины, из которой делают шины. А можно взять вместо нее волокнистую сажу, которая сильно увеличивает износостойкость и прочность шин. Она, конечно, заметно дороже. В принципе уже сегодня можно делать шины из каучука с наполнителем из квалифицированной волокнистой сажи, но одна такая покрышка будет стоить около 80 тысяч долларов. Это же касается и кокса. В электрометаллургии для производства высоколегированных сталей используют кокс, который в восемь раз дороже обычного. Кокс для электрометаллургии — игольчатый, у него высокий коэффициент анизотропии, он содержит мало примесей, особенно серы, обладает высокой электропроводностью. Как видите, углеродные материалы даже внутри одной модификации могут отличаться огромным многообразием свойств, физико-химических и технологических. Наша задача — разработать такие технологии, чтобы у различных углеродных материалов были разумные цены».

Еще одно направление исследований — получение водорода, спрос на который сегодня велик. Он нужен в



ТЕХНОЛОГИИ

нефтехимии для гидрирования, как компонент процесса Фишера–Тропша, для получения метанола и аммиака, наконец, для топливных элементов.

«В принципе водород можно получать и по классической технологии, которой уже около ста лет, — рассказывает В.Мордкович. — Это паровая конверсия метана на никелевом катализаторе, когда из метана и воды получают водород и оксид углерода. Классический процесс доведен сегодня до состояния, близкого к совершенству. Последние разработки 80-х годов в основном были направлены на оптимизацию энергорасхода с помощью тонких схем утилизации тепла. Однако у классического процесса есть недостатки, которые никакая оптимизация не в состоянии преодолеть, — это предел энергорасхода. Хочешь не хочешь, а надо сжимать газ, надо создавать пар определенного давления, то есть тратить и терять энергию. Это достаточно громоздкое производство с большим количеством движущихся частей, где технология разрабатывается сразу на одну производительность и с трудом поддается исполнению в портативном или мобильном варианте. Еще одна проблема — стоимость получаемого водорода. Сегодня водород по классической схеме подходит для производства метанола и аммиака, отчасти для процессов гидрирования в нефтехимии. Но вот для топливных элементов и процесса Фишера–Тропша, который будет давать искусственное топливо, водород, полученный по классической схеме, слишком дорог. Все эти проблемы можно решить только с помощью новых технологий, например мембранного каталитического процесса, который позволяет создать модульную, мобильную технологию, состоящую из блоков, в том числе и портативных. Ведь водород — это еще один побочный продукт нефтехимических процессов, скажем, крекинга или переработки попутного газа, который можно из них извлекать».

Еще одна приятная встреча в Центре — Дмитрий Лихачев, заочно знакомый многим химикам по своей персональной страничке в интернете <http://fuelcell.report.ru>. Здесь собира-



ТЕХНОЛОГИИ



ется и публикуется вся новейшая информация по топливным элементам. Собственно, по этой страничке его и нашли руководители Центра. Д.Лихачев закончил Московский институт тонкой химической технологии в 1982 году, работал в Карповке, защитился, в 1993 году уехал по приглашению в Мексику, где работал профессором Университета в Мехико в течение 11 лет, автор около 50 публикаций в международных журналах и глав в книгах. В Мексике он занимался полимерными материалами для топливных элементов, а в Центре возглавил лабораторию применения полимерных материалов для топливных элементов.

Аккуратно спрашиваю: «Вам предложили условия, сопоставимые с теми, что были в Мексике?» — Вы очень деликатны, — оценил Дмитрий. — Да, сопоставимые. Но для ученого зарплата — не решающий аргумент. Главное — возможности. Здесь, в Центре, они выглядят очень привлекательными и перспективными. Каждый ученый мечтает увидеть результаты своей работы воплощенными в чем-то, в том же топливном элементе, который что-то освещает или что-то обеспечивает теплом. Как академический по своей природе ученый, я заинтересован в публикации своих результатов. Конечно, конфиденциальные данные публикации не подлежат. Но, знаете, если мы хорошо решаем прикладные задачи, то обязательно выйдем на фундаментальный результат, который надо будет публиковать. В моей области полимерных материалов я считаю разделение науки на фундаментальную и прикладную надуманным».

В Центре Д.Лихачев возглавляет направление, связанное с полимерными материалами для топливных элементов и полимерными мембранами для нефтяной и перерабатывающей промышленности. У него большой опыт в этой сфере. В Мексике, где он работал, сегодня реализуется проект ис-

питания автобусов с топливными элементами. Проект стоимостью 16 млн. долларов поддержан Мировым банком. Кроме того, Мексика участвует в создании Латиноамериканского совета по топливным элементам, курируемого «US FuelCell Council». Так что Лихачев видит водородную экономику не с российских, а с западных позиций.

Исследования в области нефтепереработки возглавляет профессор С.В.Лысенко, автор 20 патентов и более 100 публикаций, который последнее время работал в МГУ им. М.В.Ломоносова на кафедре нефтехимии. Технологиями утилизации попутного газа занимается профессор А.Ю.Крылова со своей группой, пришедший из Института органической химии РАН, по направлению нефтехимии работают профессор Г.А.Корнеева и доктор химических наук Н.Б.Беспалова из Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН. Одним словом, команда подобралась отличная, а это залог того, что результаты не замедлят появиться.

Два диплома

Однако в лабораториях будут работать не только опытные исследователи. Одна из задач Центра — подготовка специалистов для себя и своих филиалов в рамках совместной программы ЮКОС и МИТХТ им. М.В.Ломоносова. В 2002 году началось сотрудничество этих организаций, в результате чего появился магистерский курс «Химическая технология топлива и газа», задача которого — целевая подготовка специалистов для компании ЮКОС. Продолжительность обучения — 1 год и 10 месяцев. Первая группа студентов, 16 человек, начала учиться по этой программе в 2002 году, и уже в этом году они пришли в Центр для выполнения магистерской диссертации. В 2005-м их будет уже 21 человек.

Студенты, обучающиеся по этой программе, осваивают курсы основ

химической технологии, химии нефти и газа, кинетики реакций, массопереноса (701 час). Преподаватели Школы французского института нефти (IFP) читают курс по нефтепереработке (552 часа), специалисты Davy Process Technology и Университета Ньюкасла преподают экономику, право и менеджмент (193 часа). Еще 100 часов уходит на изучение английского языка по методу Китайгородской. И после всего этого студенты приходят в Центр исследований и разработок, чтобы сделать свою магистерскую диссертацию (1080 часов). В результате они получают два магистерских диплома — российский (МИТХТ) и европейский (IFP).

«Я очень рад, что нынешние студенты и выпускники вузов смогут работать в этих прекрасно оборудованных лабораториях, — говорит заместитель председателя правления НК ЮКОС Юрий Бейлин, выпускник МИТХТ им. М.В.Ломоносова, кандидат технических наук. — Я даже немного завидую им, потому что, когда мы заканчивали институт, у нас такой возможности не было». Это точно.

Первые итоги

Говорить о результатах исследований, конечно, рано. Центр и его сотрудники только-только завершили решение административных и организационных вопросов. И главная работа впереди. Но о первых итогах тем не менее сказать можно, поскольку они имеют значение для нашей страны уже сейчас. Каковы же они?

Во-первых, не где-нибудь, а в России построен корпоративный исследовательский центр, который сам по себе составляет предмет нашей гордости. Во-вторых, руководители Центра вернули в Россию из-за рубежа первоклассных российских специалистов, и за это — отдельное спасибо. В-третьих, Центр уже начал целевую подготовку и обучение молодых специалистов, которые будут работать в российской промышленности и науке. А это — важнейшая национальная задача. Наконец, в России благодаря Центру появились условия для создания передовых технологий в области энергетики, которыми в скором времени мы также будем гордиться.

По-моему, для начала совсем неплохо.



Доктор химических наук

В.И. Минкин

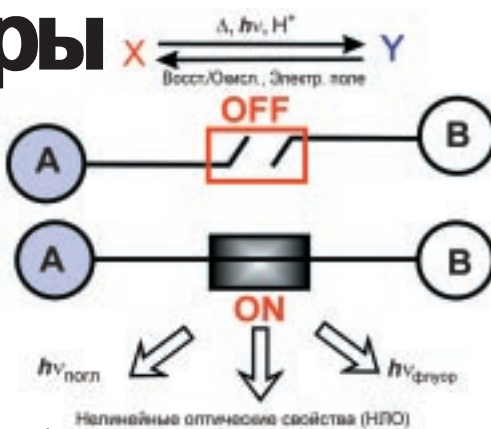
Молекулярные компьютеры

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

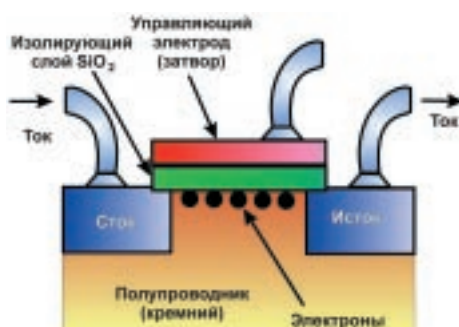
Молекулярных компьютерах говорят давно. Как далеко продвинулись ученые? Не исчез ли интерес к таким исследованиям? Нет, не исчез, напротив, ими активно занимаются в Америке, в Германии, у нас в стране, и, несмотря на то что перспектива создания серийного компьютера на молекулах все еще кажется достаточно отдаленной, некоторые успехи есть. Более того, ученые, работающие в этой области, утверждают, что молекулярные компьютеры придут на смену кремниевым уже через 20–25 лет. А еще через 10–20 лет будет создано новое поколение еще более эффективных квантовых компьютеров и ДНК-компьютеров.

Что такое молекулярный компьютер? Это устройство, в котором вместо кремниевых чипов, применяемых в современных компьютерах, работают молекулы и молекулярные ансамбли. В основе новой технологической эры лежат так называемые «интеллектуальные молекулы». Такие молекулы (или молекулярные ансамбли) могут существовать в двух термодинамически устойчивых состояниях, каждое из которых имеет свои физические и химические свойства. Переводить молекулу из одного состояния в другое (переключать) можно с помощью света, тепла, химических агентов, электрического и магнитного поля и т. д. Фактически такие переключаемые бистабильные молекулы — это наноразмерная двухбитовая система, воспроизводящая на молекулярном уровне функцию классического транзистора.

Особенно интересны такие превращения бистабильных молекул, после которых сильно меняется электронная



1 Бистабильные молекулярные системы



2 Кремниевый транзистор

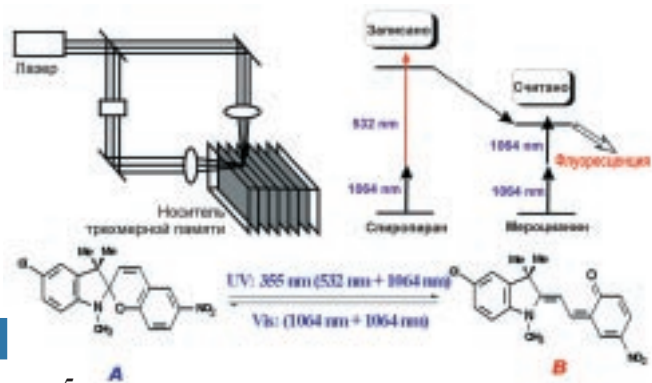
конфигурация. Например, после изомеризации в молекуле образуется единая сопряженная электронная система, следовательно, появляется способность проводить электрический ток. Могут меняться и другие свойства: спектры поглощения сдвигаться в видимую область, возникать нелинейные оптические свойства и, что особенно ценно, флуоресценция (рис. 1).

Интерес к созданию молекулярных компьютеров не случаен. Производительность компьютера пропорциональна количеству транзисторов на единице площади интегральной схемы. На процессорном чипе современного компьютера расположено до ста

миллионов транзисторов, и намного больше разместить уже вряд ли удастся, поскольку доведенные до совершенства технологии их производства достигли своего пика. Транзистор (рис. 2) — это два электрода на кремниевой подложке, ток между которыми регулируется потенциалом, подаваемым на третий управляющий электрод — затвор. Критический элемент кремниевого транзистора, из-за которого нельзя сделать его намного меньше, — толщина изолирующего слоя оксида кремния между затвором и проводящим слоем. Современные технологии уже позволяют сделать его толщиной 0,13 микрон (130 нм), что соответствует примерно 1/1000 толщины человеческого волоса. В перспективе, лет через десять, может быть, удастся достичь толщины 0,09 микрон. Несмотря на то что технологии производства изолирующего слоя оксида кремния совершенствуются и он становится тоньше, у него существует физический предел — не более 4–5 молекул (1,5–2 нм). В более тонких слоях начинаются неконтролируемые процессы туннелирования электронов и перегрева, которые нарушают работу транзисторов и вычислительной системы в целом. Более того, существует предел стабильной концентрации допантов в проводящем слое, и само формирование интегральной схемы с меньшими размерами транзисторов невозможно на базе стандартной техники фотолитографии. В силу квантовых законов травление нельзя осуществить на меньшем масштабе, чем длина полуволны света, а уже сейчас используют жесткое УФ-излучение,

Еще в 1959 году Ричард Фейнман указал на то, что молекулы, обладающие определенными свойствами, смогут работать как переключатели и заменить собой транзисторы («Химия и жизнь», 2002, № 12), а технический прогресс сделает возможным и ма-

Современные компьютеры	Молекулярные компьютеры
Размер транзистора — до 100 nm	Молекулярный транзистор — 1–10
Транзисторов на 1 см ² — до 10 ⁷	~ 10 ¹³ на 1 см ²
Время отклика — < 10 ⁻⁹ с	До 10 ⁻¹⁵ с
Эффективность — 1	Эффективность — 10 ¹¹



3

5
Механизм трехмерной (3D) молекулярной памяти

нипуляции с отдельными атомами и молекулами. Это предсказание начинает сбываться. Размеры будущего молекулярного транзистора будут на два порядка меньше самых миниатюрных кремниевых. Поскольку, как мы уже говорили, производительность компьютера пропорциональна количеству транзисторов, размещаемых на единице площади, то выигрыш в производительности будет огромным. Так, если уменьшить размер транзистора до молекулярных размеров (примерно до одного нанометра), то на единице площади интегральной схемы поместится в миллион раз больше транзисторов (рис. 3). Если еще вдобавок к этому время отклика уменьшится до фемтосекунд (на шесть порядков) — а именно таково характеристическое время протекания элементарной стадии химической реакции, — то эффективность молекулярного компьютера может оказаться в 100 миллиардов раз выше, чем современного кремниевого.

Архитектура каждого компьютера включает три основных элемента: переключатели, память, соединяющие провода. Все элементы в молекулярных компьютерах будут отличаться от их аналогов в нынешних вычислитель-

ных устройствах. Бистабильные молекулы — переключатели будут управляться световыми и электрическими импульсами или электрохимическими реакциями. Память может работать на принципе «запоминания» оптических или магнитных эффектов, а проводниками могут стать нанотрубки или сопряженные полимеры. Сейчас уже созданы многочисленные варианты всех основных составляющих компьютера будущего. Рассмотрим их по отдельности.

Наиболее эффективные молекулярные переключатели основаны на фотохромных соединениях, которые изомеризуются при переходе в высшие возбужденные электронные состояния. Это может быть процесс цис-транс-изомеризации, перидицических превращений, фотопереноса протона. После переключения кардинально перестраивается электронная конфигурация системы (рис. 1), а ее геометрия остается практически прежней. Перспективны также топологические изомеры супрамолекул — например, переключатель, описанный Д.Ф.Стоддардом и Д.Хисом, которые сотрудничают с фирмой «Хьюлетт Паккард» (рис. 4). Монослой молекул катенана помещают между металлическим и кремниевым электродами. После электрохимического окисления супрамолекулы на одной из ее частей появляется дополнительный положительный заряд. Поскольку в исходной форме эта часть соседствует с одноименным зарядом, то после окисления плюсы отталкиваются и молекула перегруппировывается. Образуется вторая стабильная форма, и меняется электрическое сопротивление. Главное достоинство такого переключателя — его исключительно высокая устойчивость. Цикл окисления-восстановления катенана можно совершать 10–20 тысяч раз без заметного разрушения супрамолекулярной системы.

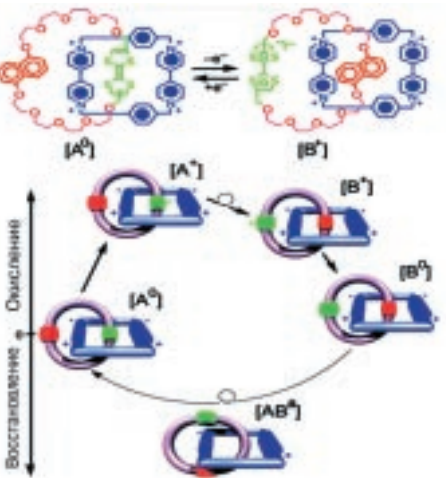
Переходим к памяти. В настоящее время применяют магнитные и оптические носители памяти, которые ос-

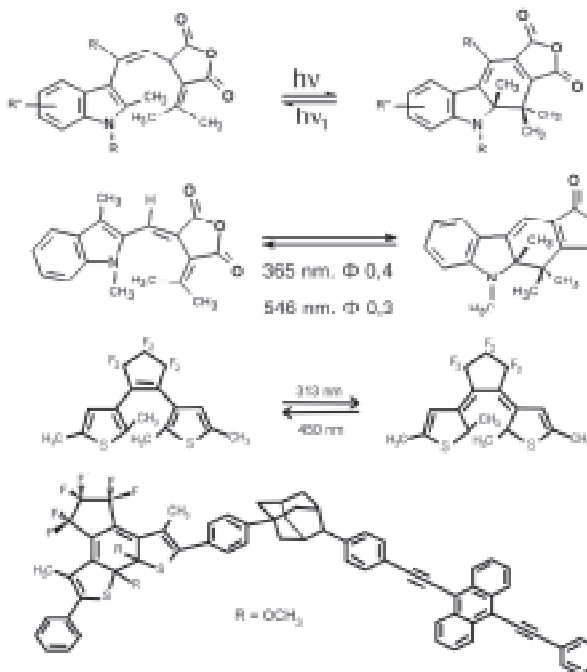
нованы на принципе двумерной записи, и это ограничивает объемы записываемой информации. Стандартный диск CD-ROM диаметром 12 см может содержать примерно 0,5 гигабайт (~ 4·10⁹ бит) данных. Теоретическая плотность оптической записи информации обратно пропорциональна квадрату длины волны используемого для записи света, поэтому предел возможностей однослойного компакт-диска равен 3,5·10⁸ бит/см² (для света с длиной волны 532 нм).

Память молекулярного компьютера будет основана на тех же принципах, что и переключатели, в ее основе — бистабильные молекулярные структуры и их превращения. Конечно, для различных типов памяти потребуются различные характеристики этих превращений, а чтобы обеспечить долгое хранение записанной информации, будут нужны системы с большим временем жизни изомера Y (рис. 1). Ученые предполагают, что в молекулярных компьютерах можно будет записывать оптическую информацию не только на поверхности активной среды, как это делается в настоящее время, а в полном объеме — то есть память станет трехмерной. Если использовать для записи весь объем образца, то плотность записи на трехмерном носителе с тем же источником света будет уже 6,5·10¹² бит/см³, на четыре порядка больше. Если же применять более жесткое излучение, то объем записываемой информации увеличивается еще на порядок.

Чтобы записать информацию в объеме образца или, по крайней мере, на нескольких его слоях, нужна новая система записи. Для этого используют метод двухфотонного поглощения. Суть метода в том, что необходимая для записи энергия (hv) доставляется двумя фокусируемыми в нужной точке лазерными пучками с частотами ν_1 и ν_2 , подобранными так, чтобы $h\nu = h\nu_1 + h\nu_2$ (рис. 5). Впервые принципиальную возможность такой схемы показал П. Рентцепис (Калифорнийский университет) в кон-

4
Молекулярный переключатель. Переключение происходит при воздействии электрического поля (+2 В ; -2 В), а считывание — измерением сопротивления (0,1 В)





6
3- и 2-индолилфульгиды
для трехмерной
оптической памяти

7
Диарилэтены
для трехмерной
оптической памяти

це 80-х годов XX века. Он использо-
вал для этого, в частности, фотохро-
мную спиропирановую систему. Погло-
тив два фотона, молекула А перегру-
пируется в окрашенную мероциани-
новую форму В. Считывание записан-
ной таким образом информации
происходит при регистрации флуо-
ресценции молекулы В, также возбуж-
даемой двухквантовым переходом.
Флуоресценция — не единственный,
но в силу особенно высокой чувстви-
тельности наиболее привлекательный
метод считывания записанной инфор-
мации.

К числу лучших фотохромных сис-
тем принадлежат фульгиды индоль-
ного ряда. Впервые их получили в
нашем институте, но в настоящее
время активно изучают и в других
исследовательских центрах. Недавно
американская компания «Constellation3D»
(<http://www.3dnews.ru/reviews/storage/fmd-rom>),
начиная свою деятельность в России,
объявила о создании первого трехмерного
(многослойного) флуоресцентного диска
FMD-ROM, материалом для которого
служат 2-индолилфульгиды и 3-индолил-
фульгиды (рис. 6). По утверждению
фирмы, первые готовые к выпуску об-
разцы вмещают на десяти слоях 12-
сантиметрового диска до 140 гига-
байт (5–7 Гб на диске размером с
кредитную карту), причем компания
располагает технологией, позволяю-
щей в десять раз увеличить число
слоев и, соответственно плотность
записываемой информации.

Очень интенсивные исследования
по созданию органической трехмер-
ной памяти ведутся в Японии под ру-
ководством М. Ирие. В качестве

объекта выбраны другие молекулы —
диарилэтены (рис. 7), но принцип их
работы тот же, что и у фульгидной
системы. М. Ирие — куратор совме-
стного проекта Международного науч-
но-технологического центра (МНТЦ),
в котором также участвуют Институт
Органической химии им. Н. Д. Зелин-
ского РАН, Фотохимический центр
РАН и НИИ физической и органиче-
ской химии Ростовского государствен-
ного университета.

Другой перспективный подход к
созданию молекулярной памяти про-
демонстрировали недавно М. Рид
(Йельский университет) и Д. Тур (ком-
пания «Хьюлетт Паккард»). Они сде-
лали сэндвич примерно из 1000 мо-
лекул ароматического дитиола и по-
местили его между золотыми элект-
родами (рис. 8). При определенном
напряжении, поданном на электроды,
этот сэндвич удерживает электроны
(то есть хранит данное состояние в
памяти) в течение примерно 10 ми-
нут (стандартная кремниевая дина-
мическая память DRAM удерживает все-
го на миллисекунды). При напряже-

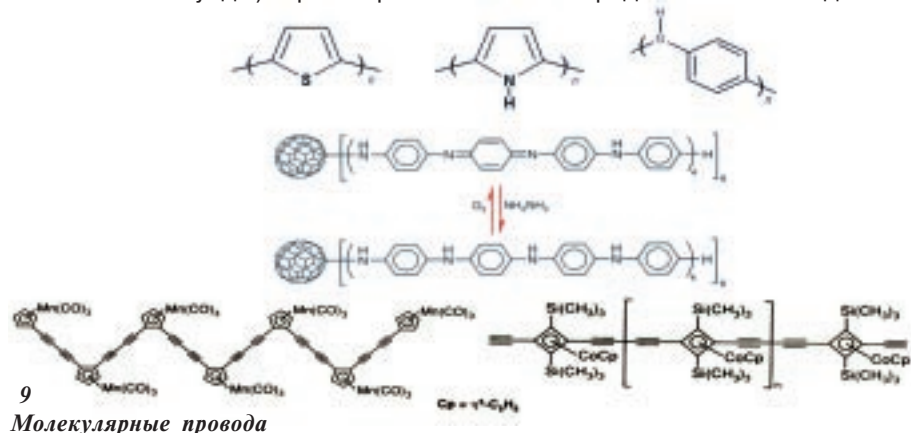
8
Еще один вариант молекулярной
памяти — «электронная присоска».
Сэндвич из 1000 молекул
поместили между
золотыми электродами



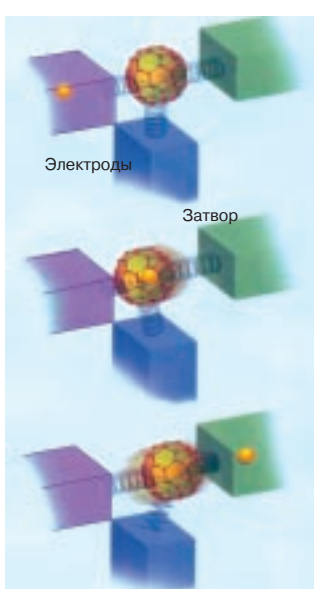
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

нии 5В ученым удалось поддерживать
ток в 0,2 микроампера, что соответ-
ствует потоку 10^{12} электронов в се-
кунду. Это намного больше того, что
они ожидали после теоретических
расчетов. Интересно, что электроны
проходят через молекулу без рассе-
яния тепла. Авторы исследования ду-
мают, что их «электронная присоска»,
как они ее назвали, может служить
прототипом нового поколения дина-
мической памяти.

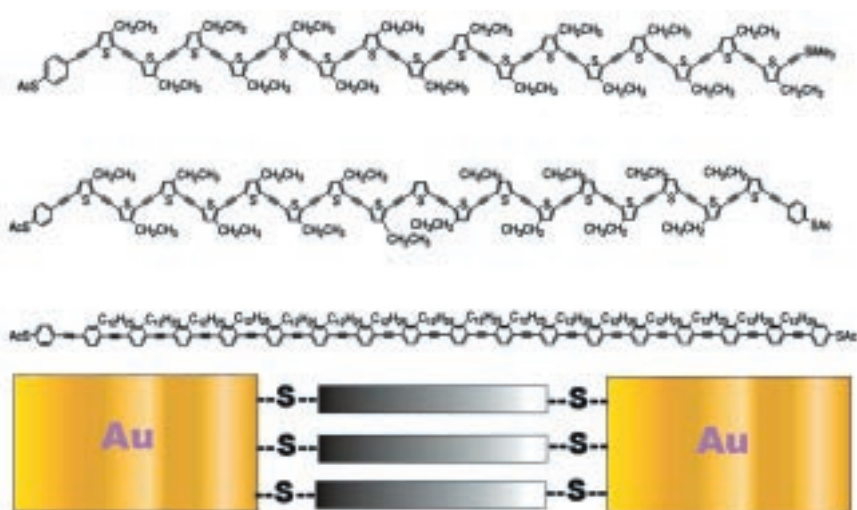
Наконец, третий компонент молеку-
лярных компьютеров — проводники,
обеспечивающие сообщение между
молекулярными транзисторами и мо-
лекулярными устройствами памяти.
Дизайн проводников, также имеющих
наноскопические размеры, ученые ве-
дут по трем основным направлениям.
Первое — это проводящие полимеры:
допированный полиацетилен (Нобе-
левская премия 2000 года), политио-
фен, полианилин и др. Второе — раз-
личные органические проводники,
которые обладают достаточно высо-
кой проводимостью, до 10^2 – 10^3 с/м.
Все они представляют собой длинные



9
Молекулярные провода



10
Транзистор на одной молекуле.
Бакибол (60 ат. углерода) удерживается между электродами электрическими силами. Как только электрон запрыгивает внутрь бакибола, происходит смещение электрических сил и молекула смещается к одному из электродов и сопротивление меняется. Электрон выпрыгивает — бакибол смещается в исходное положение



11
Гибридное устройство: молекулярный проводник и золотые электроды

сопряженные молекулы, в которых электрон переносится по цепи π-связей (рис. 9). Если к концам такой сопряженной цепи присоединить металлсодержащие группы, то окисление или восстановление одной из них обеспечит достаточную проводимость по всей цепи. Комбинируя допированные (проводящие) и недопированные (со свойствами изоляторов или полупроводников) участки полимеров, можно получать электрические контуры с нужными свойствами.

Особые надежды возлагаются на третий тип проводников — нанотрубки. Это великолепный материал для молекулярной электроники. Нанотрубки с однослойными или многослойными стенками получают при прохождении электрического разряда между двумя графитовыми элект-

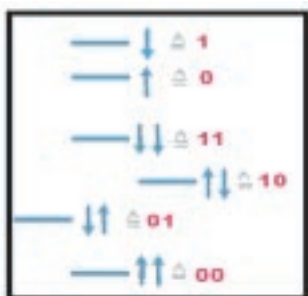
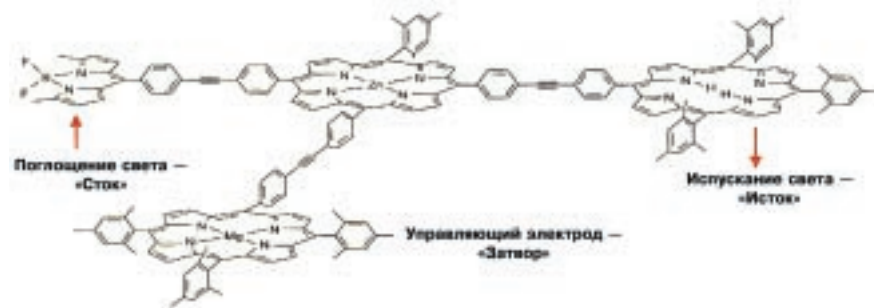
родами. Длина одностенных нанотрубок может достигать микрометров (диаметр около 1 нм), причем на отрезках по 150 нм сохраняются металлические свойства. Углеродные или боразотные нанотрубки можно заполнять металлами и получать таким образом одномерные проводники, состоящие из цепочек атомов металлов. С одностенными нанотрубками удаётся сделать еще более интересные вещи. При помощи атомно-силового микроскопа, скручивая однослойную нанотрубку, удалось получить участки, на которых сопротивление достигает 50 килоОм, в результате чего образуется барьер для движения электрона. При определенном напряжении можно переключать состояния одностенной нанотрубки: «проводимое» — «непроводимое», перемещая

один-единственный электрон. Фактически это прототип транзистора на одном электроде. Существует также прототип транзистора на одной молекуле, который изучают в Корнельском и Гарвардском университетах (рис. 10).

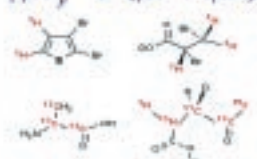
Молекулярные транзисторы, память и проводники — три составные части будущего молекулярного компьютера, и в их создании по отдельности, как мы видим, есть значительные успехи. Но самая сложная задача — собрать все компоненты в работающее устройство. До ее решения еще далеко. Однако путь, по которому надо идти, вполне ясен: это принцип молекулярного распознавания, ответственный за самосборку и самоорганизацию сложных ансамблей и агрегатов молекул. Этот же принцип лежит в основе происхождения жизни, и именно его использует природа для создания таких сложных структур, как двойная спираль ДНК, жидкие мембраны и глобулярные протеины. Пока эта задача не решена, ученые предполагают делать гибридные устройства, сочетающие достоинства молекулярного подхода с наиболее успешными технологическими вариантами, найденными для кремниевых технологий. Гибридные устройства можно сделать, например, используя повышенное сродство атомов серы в органических молекулах к тяжелым металлам (рис. 11), особенно к золоту. Так создаются контакты между металлическими электродами и молекулярными проводниками.

Мысль ученых идет дальше. До сих пор мы рассматривали примеры, когда все функции компонентов компьютера обеспечиваются передвижением электронов в сложных молекулярных ансамблях. Между тем эти функции могут взять на себя и фотоны.

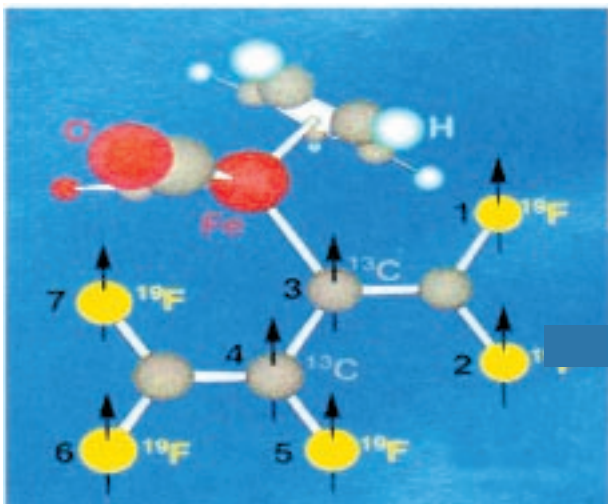
12
Молекулярный фотонный транзистор



$$\begin{aligned}
 |w\rangle &= c_1|0\rangle + c_2|1\rangle \\
 |c_1|^2 + |c_2|^2 &= 1 \\
 |w_{\pm}\rangle &= 2^{-1/2}(|0\rangle + |1\rangle) \\
 |w_{\mp}\rangle &= 2^{-1/2}(|0\rangle - |1\rangle)
 \end{aligned}$$



13
Квантовые компьютеры.
Квантовый бит — это спин электрона или ядра



14
7-кубитовый квантовый компьютер
на молекуле с семью гетероядерными спинами



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Уже предложены различные варианты фотонных устройств, например молекулярный фотонный транзистор (рис. 12). В фотонном транзисторе фрагмент молекулы, поглощающий квант света (дипиррилбородифторид), играет роль стокового электрода, следующая молекула (цинковый порфирин) — проводника, а последний излучающий порфириновый фрагмент молекулы соответствует электроду истока. Магниевый порфирин работает как управляющий электрод — затвор. Если окислить этот затвор, то после поглощения света перенос энергии происходит не на цинковый порфирин, а на неизлучающий магниевый. В компьютерах на подобных транзисторах, регулирование всей его работы будет происходить с помощью света.

Вот в общих чертах то, что ждет нас в ближайшем будущем. Ученые считают, что молекулярные компьютеры будут созданы к 2020–2030 году. Это не значит, что существующее поколение кремниевых компьютеров полностью и сразу отомрет, просто рядом с ним появится более мощная генерация. А что потом? Спинтроника и компьютеры на квантовых точках, ДНК-компьютеры.

Квантовый компьютер — это компьютер, в котором в качестве битов выступают квантовые объекты, например спины электронов или ядер. Такой компьютер станет еще одним шагом вперед по сравнению с молекулярным. В квантовом компьютере вместо значений «0» или «1», как у классического бита, у нас будет квантовый бит (кубит). Кубит может принимать несколько различных значений — нормированных комбинаций двух основных состояний спина, что дает большое число сочетаний (рис. 13). Так, 32 кубита могут образовать около 4 миллиар-

дов состояний, а при наборе из 300 кубитов квантовый компьютер в принципе способен найти 2^{300} возможных решений — это число примерно равно числу всех элементарных частиц во Вселенной. Уже разработаны алгоритмы для квантовых компьютеров, причем значительный вклад в эту работу внесен отечественными учеными.

В том случае, когда роль кубитов выполняют спины ядер, связанные спин-спиновыми взаимодействиями, в качестве квантового компьютера можно использовать спектрометр ЯМР. Тогда при помощи различных импульсных последовательностей можно задать любые соотношения между кубитами. Недавно группа Д. Оушеломы (Калифорнийский университет) сообщила о том, что им удалось с помощью комбинации импульсов трех лазеров перемещать сигнал между квантовыми кубитами. Передача сигнала занимала около ста фемтосекунд ($1 \text{ фс} = 10^{-15} \text{ с}$). Фирма «Хьюлетт Паккард» изучает возможности 7-кубитового квантового компьютера, созданного на металлоорганической молекуле с семью гетероядерными спинами (рис. 14). Более отдаленная мечта — квантовые компьютеры на квантовых точках (о них «Химия и жизнь» собирается написать в ближайшем времени).

Наконец, немного о ДНК-компьютинге («Химия и жизнь», 2000, № 6). Л. Эйдлман (Университет Южной Калифорнии), возможно, одним из первых в 1994 году обратил внимание на



15
Нейроны-улитки
на кремниевом чипе

поистине гигантскую информационную мощность ДНК. Если обычный компьютер манипулирует сочетаниями значений «0» и «1», то в ДНК имеются четыре базовых состояния (А, Г, Т, Ц), соответственно многократно возрастает число сочетаний. Информационный потенциал ДНК-компьютеров — 10^{21} бит/грамм, то есть один 1 бит/нм³, тогда как современный компьютер дает нам 1 бит на 10^{12} м³. ДНК-компьютер способен рассчитывать 10^{19} операций в секунду, а последний суперскоростной компьютер обеспечивает не более 10^{13} операций в секунду. Конечно, ДНК-компьютеры не будут использоваться для стандартной повседневной работы, но их возможности позволяют уже сейчас решать ряд сложных задач.

Нельзя не сказать и о еще одном направлении научного поиска. В Германии, в Институте Макса Планка, сравнили неорганический кремниевый чип с нейронами улитки (рис. 15). Самое главное, что нейроны ответили на импульс, изначально поданный на кремниевую пластину, и наоборот. Уникальное сочетание химии, биологии и физики в полной гармонии!

Свой небольшой обзор того состояния, в котором сейчас находятся информационные технологии, мне хотелось бы закончить словами У. Черчилля, которые он произнес, конечно, не о молекулярных компьютерах, а о переломе в военных действиях во Второй мировой войне: «Это еще не конец, это даже не начало конца. Но возможно это — конец начала».

Луговское: «кладбище мамонтов»

И СТОЯНКА ЧЕЛОВЕКА

Кандидат
биологических наук
Е.Н.Мащенко

Древнейшая история Западно-Сибирской равнины до настоящего времени остается практически неизвестной. Экспедиционные исследования на севере Западной Сибири сопряжены с большими трудностями из-за неосвоенности этого района, но их результаты всегда интересны и неожиданны.

С 1998 года я принимаю участие в исследовании крупнейшего в Западной Сибири местонахождения останков мамонтов — Луговского (Ханты-Мансийский национальный округ). Это местонахождение известно еще с 60-х годов XX века благодаря сообщениям охотников, которые видели кости мамонтов в русле безымянного ручья, в низменности между устьями Оби и Иртыша (рис. 1, 2), но организовать первую экспедицию туда удалось не сразу.

К 2002 году там было собрано около 4500 костей мамонта и других млекопитающих позднего плейстоцена и получено много материалов, говоривших о том, что Луговское — уникальное «кладбище мамонтов», где захоронено несколько десятков этих животных. В сентябре 2002 года в Луговском были сделаны две сенсационные находки: множество каменных орудий позднего палеолита и позвонки мамонта, пробитый наконечником копья.

«Кладбище мамонтов» на безымянном ручье

В сентябре 1998 года я впервые увидел Луговское, приехав туда вместе с сотрудником Ханты-Мансийского музея природы и человека А.Ф.Павловым. В течение пяти лет исследования здесь велись благодаря его энтузиазму. Опытный таежник, по рассказам местных жителей он сумел разыскать среди рек в болотистой низине безымянный ручей, на дне которого охотники видели кости мамонтов. Только один-два месяца в году, при минимальном уровне воды в обеих великих сибирских реках, болотистая низина становится доступной для изучения. Длина ручья всего 270 м, а ширина долины, которую он образует, 60 м, поэтому разыскать его в тайге было непросто. Ручей впадает в речку Марамку (рис. 3). Кости мамонтов обнаруживаются почти на всем протяжении ручья, но больше всего их в устье.

В Сибири трудно кого-либо удивить находками костей животных позднего плейстоцена (то есть конца ледникового периода, 70–10 тысяч лет назад). Кости иногда просто лежат на косах рек. Однако местонахождений, где кости не потревожены, даже в Сибири немного. Луговское — одно из них.

1
Протока Марамка:
в нее впадает
безымянный ручей,
дно которого
представляет собой
местонахождение
костей мамонтов

3

Безымянный ручей — местонахождение Луговское



Раскопки на Луговском — сложное и временами опасное дело. Песок и глина на дне ручья пронизаны водоносными слоями до глубины 4,5 м. Без специального оборудования можно раскопать только верхние полметра, а главный костеносный слой уходит ниже полутора. Я сам не раз увязал в глине на дне ручья так, что не мог выбраться без посторонней помощи. Но добытая информация оправдывала риск. Ничего похожего не было

раньше известно не только в Сибири, но и во всем мире.

От мамонта до мыши

Луговское приобрело известность благодаря мамонтам. Кости этих гигантов составляют там более 98% от общего количества останков животных. На Луговском местонахождении найдено еще 13 видов зверей: грызуны, заяц, песец, волк, бурый медведь,

4

Фрагмент позвоночного
столба от скелета мамонта
из Луговского.

На штангенциркуле масштаб 10 см



5

Фрагменты позвонков
(тела без нервных дуг)
детенышей мамонта из
Луговского





2
Самка мамонта с детенышем
(живописная реконструкция З.Буриана)

пещерный лев, шерстистый носорог, лошадь, северный олень, лось, бизон и овцебык — подобное многообразие также делает местонахождение уникальным. Всех этих современников мамонта ученые так и называют «мамонтовой фауной». В конце плейстоцена она была широко распространена в Евразии. Около 10 тысяч лет назад некоторые из этих млекопитающих — пещерный лев, бизон, шерстистый носорог — вымерли, а другие живут и поныне.

По радиоактивному углероду из костей мамонтов было установлено, что древние млекопитающие жили здесь 18–12 тысяч лет назад. Значит, останки большинства животных были захоронены в последнюю (сартанскую) эпоху плейстоцена. Это был самый холодный период позднего плейстоцена, и климат тогда был суше и не много холоднее, чем сейчас.

В Луговском было найдено три фрагмента скелетов мамонтов в непо потревоженном состоянии и много их разоб- щенных костей, лежащих компактно. Один из фрагментов скелетов сохранился лучше, и удалось определить, что это останки взрослой очень мелкой самки — возможно, одного из самых мелких мамонтов Западной Сибири. Высота тела в плечах была около 2 м, а вес не превышал 2,5 тонн (рис. 4).

Установлено, что в Луговском погребены по меньшей мере 27 мамонтов: взрослые самцы, самки и детеныши разного возраста. Были даже найдены кости двух эмбрионов мамонта. Среди погибших были двое новорожденных, трое детенышей от полугода до трех лет, семь молодых (4–8 лет) и не меньше двадцати взрослых мамонтов, в том числе и самцы, хотя самок гораздо больше (рис. 5). Самцы — относительно крупные, высотой тела до 2,6 м и весом в 5–5,5 тонн (рис. 6). Второй по численности после мамонта — шерстистый носорог: найдены около 40 костей от четырех или пяти особей (рис. 7). Другие млекопитающие представлены не более чем двумя-тремя костями (рис. 8, 9).

Загадка гибели на берегу ручья

До сих пор не совсем понятно, почему мамонты и другие животные погибли здесь и почему почти 5000 костей находится на площади чуть больше 2000 м². Ответы на некоторые во-

6
Череп взрослого самца мамонта.
Индивидуальный возраст 38–43 года.
Диаметр альвеолы бивня 13,7 см.
Длина черепа 112 см



7
Второй шейный позвонок носорога.
Раствор циркуля 5 см

просы дает геологическое строение долины ручья. Так, было установлено, что она подрезает край первой надпойменной террасы, которая сформировалась задолго до гибели мамонтов. Она сложена плотными и очень вязкими глинами, возраст которых больше 200 тысяч лет. К тому моменту, когда туда пришли мамонты, ручей уже долго размывал террасу.

Все кости, извлеченные из непо потревоженного костеносного слоя, были очень хорошей сохранности: только на трех из них были следы от зубов грызунов. А это значит, что трупы мамонтов очень быстро погребались в отложениях ручья.

Удивительно, что костеносный слой был пронизан торфяными линзами, в которых сохранились остатки растений. Мощность некоторых слоев торфа достигала 40 см. Кроме того, поверхность костей покрыта налетом синего минерала вивианита, который образуется только в холодной воде при недостатке кислорода (рис. 8). Все это указывало на то, что в конце плейстоцена в долине ручья было настоящее болото.

Что оказалось причиной гибели животных в долине ручья — пока исследования на Луговском местонахождении не завершены, мы можем только предполагать. Однако с большой до-



8
Правая ветвь нижней челюсти волка.
По стертым зубам видно, что зверь был
очень стар

9
Кости нижних отделов конечностей лося
(*Alces sp.*) — слева и древнего бизона
(*Bison priscus*) — справа



10
Фрагмент альвеолярной части бивня
взрослого мамонта с кольцевыми насечками
(сверху). Раствор циркуля 5 см. Диаметр
бивня 13 см

лей уверенности можно сказать, что вязкая глина и высокая обводненность донных отложений (родники, стоки грунтовых и талых вод) создавали природную ловушку, в которую попадали ослабевшие животные. Неизбирательная гибель мамонтов разного возраста и захоронение на месте гибели могли быть следствием периодических посещений одного и того же участка группами мамонтов в течение долгого времени. При пересечении группой опасного участка, например во время сезонных миграций, часть особей гибла.

Еще одна, пока не до конца подтвержденная гипотеза — существование в конце плейстоцена в долине ручья солонца. Состав глин, размываемых ручьем, пока не определен, однако на одном из участков, где эти глины вскрываются, обнаружено множество следов современных лосей, которые приходили, чтобы ее есть. Все растительноядные млекопитающие нуждаются в минеральной подкормке, а без нее сильно болеют и погибают.

То, что мамонты — не исключение, впервые было установлено несколько лет назад на стоянке Шестаково в Кемеровской области (Е.Н.Мащенко. Новые данные об особенностях биологии мамонта. Природа, 1999, № 10). Сейчас подобные данные есть и для североамериканских мамонтов. В конце плейстоцена на территории Западной Сибири мамонты концентрировались вокруг участков, где почва содержала минеральные вещества. На таких мамонтовых солонцах всегда находят много костей самих мамонтов, но встречаются в небольших количествах (2–5%) кости и других животных.

Вероятно, уникальное местонахождение в Луговском создано комбинацией условий «солонец-ловушка», су-

ществовавшей несколько тысяч лет. Серые глины речной террасы при размывании не только становились пластичными, но и обогащались минеральными соединениями, становясь солонцевой породой.

Комбинация этих условий, несомненно, привлекала палеолитического человека (как и хищников, чьи кости тоже находили на Луговском) возможностью поедания трупов или легкой охоты на слабое животное, попавшее в грязевую ванну. Вероятно, именно легкая доступность падали объясняет то, что среди хищников было много старых особей (рис. 8).

Данные по позднему палеолиту из разных районов Евразии и Северной Америки говорят о том, что человек активно использовал кладбища мамонтов. До настоящего времени на Луговском обнаружен всего один фрагмент ребра взрослого мамонта, имеющий насечки, вероятно оставшиеся после разделки туши, но зато найдено несколько альвеолярных частей бивней взрослых мамонтов, обломленных у выхода из альвеолы. На одном из таких фрагментов есть поперечные полукольцевые насечки (рис. 10). Бивни погибших мамонтов, возможно, забирала как наиболее ценное сырье для изготовления орудий — подрубали у выхода из альвеолы, а затем переламывали. Отсюда ясно, что бивни брали у недавно погибших животных, поскольку у мамонтов (и современных слонов) после разложения связок бивень выпадает сам.

Прямые свидетельства присутствия человека найдены при промывке породы дна ручья на участке между 170 и 190 метрами от его устья. В месте скопления раздробленных костей и зубов мамонтов было обнаружено около 300 каменных предметов, обработанных человеком. На Луговском и

раньше находили осколки камней со следами обработки, однако в этот раз, совершенно неожиданно, среди новых находок было не менее 15% орудий. А особенно интересным оказалось, что материалом для них послужили разные породы камня: от яшмы и халцедона до кварцита и горного хрусталя. В районе Луговского многие из этих пород камня просто не встречаются.

Кроме орудий, в промывке находились кусочки угля, который остается после сгорания костей. Такой вид топлива человек позднего палеолита использовал вместо дров, там, где было мало древесной растительности. Костный уголь, как правило, не находят на месте охотничьего лагеря, где люди провели несколько часов или дней, но зато он всегда встречается на долговременных поселениях — стоянках.

Большинство обработанных человеком каменных предметов имеют относительно небольшие размеры (3–5 см) и сделаны на основе пластинок различной формы. Археолог В.Н.Зенин сразу отметил, что такое количество готовых орудий вряд ли могло остаться на месте охоты или разделки туши: более вероятно, что здесь находилась стоянка. Таким образом, было установлено, что ручей одновременно является и самой северной стоянкой позднего палеолита на территории Западной Сибири.

Но самым интересным в ряду открытий осени 2002 года стала находка позвонка, пробитого копьем или дротиком человека позднего палеолита. Этот позвонок был найден автором статьи и А.Ф.Павловым в 120 м вверх от устья ручья (рис. 11). Первая наша реакция на находку (впрочем, вполне естественная): «Такого просто не может быть!» Лишь проведенные позднее лабораторные исследования рассеяли наши опасения. Отверстие в по-

звонке действительно было оставлено оружием древнего человека.

Добыча и охотник

Следует пояснить, что на севере Западной Сибири до экспедиции на Луговское вообще не были известны находки эпохи палеолита. Материалы оттуда впервые показали, что человек заселил эти суровые места очень давно — около 14 тысяч лет назад.

Свидетельства столь далекого прошлого всегда очень скупы, поэтому, лишь сопоставляя детали, которые обнаружили при изучении позвонка, и данные, которые мы получили раньше, удастся восстановить более или менее полную картину того, что произошло в момент, когда охотник нанес удар.

Прежде всего я определил, что позвонок принадлежит взрослому мамонту (*Mammuthus primigenius*). Позднее по радиоактивному углероду из костного вещества более точно установили возраст находки: 13 400 лет. Это 7–9-й позвонок грудного отдела, который находился над областью, где у живого мамонта располагаются сердце и легкие. По его размерам и виду (швы на отростках позвонка или полностью заросли, или в значительной степени закрыты костным веществом), скорее всего, индивидуальный возраст этой особи был не менее 23–25 лет.

Как показывают недавние исследования, продолжительность жизни в 55–60 лет была для мамонтов предельной. Размножаться мамонты, особенно самые поздние представители вида, видимо, начинали раньше, чем современные слоны: самки, вероятно, становились матерями в 12–13 лет. Значит, самка такого возраста успела прожить больше половины жизни и родить трех-четыре детенышей.

Сравнение размеров находки с позвонками самок мамонтов из других популяций Восточной Европы и Сибири показывает, что высота в плечах самки, раненной копьем древнего охотника, была около 220 см, а вес — 2,7–3,2 тонны. Такие размеры тела обычные для поздних представителей вида, живших на территории Западной и Восточной Сибири в конце позднего плейстоцена.

Конусовидное отверстие (эллипсоидное в поперечном сечении) располагается на правой боковой поверхности тела позвонка. Можно видеть, что вершины эллипса заострены, а пластинки из зеленоватого кварцита, застрявшие в очень плотной (компактной) части кости, являются их продолжением. Собственно, это только фрагменты пластин, которые обломились после того, как наконечник был извлечен из раны. Вертикальный диаметр отверстия — 11 мм, горизонтальный — 5,7 мм, глубина — 23,5 мм. Длина фрагментов каменных пластинок, сохранившихся в позвонке, около 9,5 (верхняя) и 14 мм (нижняя). Направление отверстия ориентировано параллельно горизонтальной плоскости, то есть удар нанесли не снизу, а сбоку.

По этим данным можно судить о том, что костяное основание наконечника копья или дротика было овальным в поперечном сечении. Скорее всего, в концевой части оно достаточно резко сужалось на конус. Вдоль наконечника были вставлены в два ряда тонкие прямоугольные пластины. Такой тип наконечников, широко распространенный в Евразии конца позднего палеолита, называется вкладышевым (рис. 12).

По направлению удара и по положению позвонка в теле мамонта можно предположить, что удар очень большой силы был направлен в область сердца с правой стороны (рис. 13). (В том, что охотник бил справа, ничего удивительного нет: сердце у мамонтов и современных слонов расположено симметрично относительно сторон тела.) Совершенно очевидно, что удар не был направлен в позвонок: хотя подобное ранение и очень болезненно, оно не убивает — мамонт не только остался бы жив, но и мог передвигаться. Скорее всего, бросок или удар был не



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

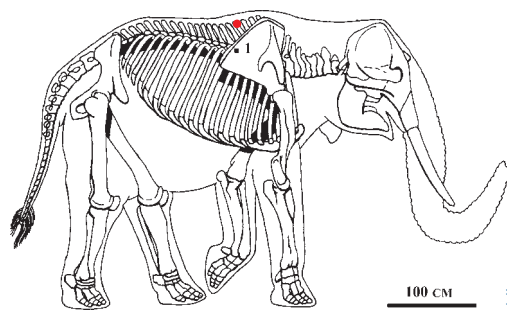
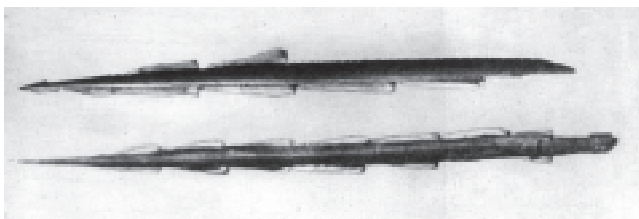
очень точным и пришелся на 20–25 см выше, чем нужно, так что наконечник застрял в позвонке. Толщина мягких тканей в этой области тела мамонта около 15 см, значит, наконечник вошел в тело не меньше чем на 135–139 мм. Очевидно, он был снабжен костяной втулкой, с помощью которой крепился к деревянному (извините за тавтологию) древку. Пока мы не знаем, было ли это жесткое крепление или наконечник отделялся от насадки при попадании в цель. Сам наконечник, усиленный вкладышами из каменных пластинок, скорее всего, был не короче 10–13 см. Расчет его длины основан и на том, что древко метательного оружия, снабженное вкладышевым наконечником, имеет гораздо больший диаметр, чем он, и за счет этого гасит силу удара, уменьшая глубину проникновения.

Предварительный расчет показывает, что удар был очень сильным. Живая ткань грудного позвонка настолько прочна, что в ней застревают пули современных пистолетов. При более точном направлении броска (удара) и достаточной длине наконечника и костяной втулки глубина раны могла быть минимум в два раза больше — 260–270 мм. Наконечник наверняка проткнул бы легкое и поразил область околосердечной сумки (перикарда). Ранения такого рода несомненно с жизнью даже для таких крупных жи-



11 Позвонок мамонта, пробитый наконечником копья или дротика с правой стороны

12 Вкладышевые наконечники — состоящие из многих элементов. Небольшие каменные пластины (микролиты) закреплены в костяном основании. Конец позднего палеолита Дании (Я.Елинек. Большой иллюстрированный атлас. Артия, 1982)



13 На примере костей скелета современного африканского слона показана точка, в которую нанес удар древний охотник. (Расположение костей и общая анатомия современного слона и мамонта принципиально не отличаются)



вотных, как взрослый мамонт. Принципиально, что высота, на которой расположен поврежденный позвонок, соответствует высоте стоящего человека с заведенной для удара рукой.

Направление отверстия и глубина раны показывают, что бросок или удар огромной силы был произведен с очень близкого расстояния (не более 5 м) и, скорее всего, в стоящее животное. Можно предположить, что первые люди, проникшие в эту часть Западной Сибири, обладали исключительным физическим развитием, однако сила удара позволяет также допустить применение копьеметалки. Ее использование многократно увеличивает силу броска, особенно на близком расстоянии. Точные расчеты, связанные с определением силы удара и скорости полета копья, скоро будут сделаны археологом В.Н.Зениным (Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск).

Таким образом, отверстие, оставленное оружием человека, жившего 14 тысяч лет назад в Западной Сибири, впервые позволило представить, как охотились на мамонта. До сих пор сама возможность подобной охоты (не только на территории Сибири, но и вообще в Европе) была у ученых под сомнением.

Сейчас уже установлено, что мамонты, как и современные слоны, жили группами, состоящими из самок-родственников и детенышей. Внутри группы царит иерархия, но члены группы очень привязаны друг к другу. При угрозе они защищаются все вместе, поэтому охота на группу очень трудна и опасна даже с современным оружием (если не иметь в виду авиационные пулеметы, с помощью которых «охотники» во время военных конфликтов расстреливают африканских слонов). Социальное поведение и высокие интеллектуальные способности мамонтов, позволявшие им выживать в суровых условиях конца ледниковой эпохи, без сомнения, были серьезным препятствием для систематической охоты на них.

Скорее всего, человек не охотился на мамонтов регулярно, в отличие от других видов крупных млекопитающих,

а добывал ослабших мамонтов или, зная особенности их поведения и образ жизни, нападал на мамонтов, живущих вне группы. В случае Луговского, скорее всего, атаковали одинокого мамонта, который был ограничен в передвижениях. Только этим можно объяснить, что человек смог нанести удар с такого близкого расстояния. Удар не убил мамонта, вероятно, лишь потому, что охотник торопился поразить цель, пока животное не освободилось из ловушки.

Вместо заключения

Уходящая вдоль берега группа уже не останавливалась и не отвечала на крики самки, все четыре ноги которой больше чем наполовину погрузились в вязкую серую грязь заболоченного ручья. Шестилетняя самка с короткими бивнями в последний раз прислушалась к крику матери, растопырив уши и вытянув в сторону звуков хобот. Затем стала догонять самку с годовалым мамонтенком, который держал мать за хвост, чтобы не отстать. Все трое скрылись за холмом. На тропе, тянувшейся вдоль берега мутной реки, больше никого не было.

За несколько часов, которые самка мамонта провела в грязевой ловушке, ее длинная шерсть, свисающая под брюхом и по бокам тела, намочила и совсем не защищала от холодного ветра, дувшего из-за огромных гряд морены. Дальше за ними, к северо-востоку, там, куда уходила ее группа, была равнина, на которой мамонты проводили лето и куда она шла вместе со всеми до того, как старшая самка остановилась возле устья заболоченного ручья. Она направила группу к невысокому полутораметровому обрыву, подножье которого было вытоптано и изрыто бивнями многих мамонтов.

Увявшие в топкой жиже трупы двух мамонтов и носорога говорили о том, насколько опасно это место. Мамонты хорошо знали об опасности, но все равно приходили сюда, чтобы поесть синеватой глины, без которой они тяжело болели, а детеныши переставали расти и умирали. В этот раз к заболоченному берегу ручья слишком близко

подошла самка с сильно изогнутыми бивнями метровой длины и надорванным ухом. После того как она увязла, все девятнадцать мамонтов больше часа оставались рядом, протягивая к ней хоботы и трубя. Чувствуя присутствие двуногих, внимательно следивших за тем, что происходит на берегу, две старшие самки время от времени поворачивались в их сторону, растопырив уши, встряхивали головами и предупреждали громкими криками, чтобы те не смели приближаться.

Когда группа скрылась за поворотом, самка сделала последнее отчаянное усилие и вытащила задние ноги из топкой грязи. Она очень боялась остаться одна, но еще больше боялась двуногих, которые, видя, что она вырывается из плена болота, бросились к ней.

Первый охотник слишком торопился и ударил копьем в тот момент, когда мамонт, приподнявшись, смог твердо встать на четыре ноги. Быстро повернув голову, мамонт сбил его ударом хобота, прежде чем еще два копыта вонзились в сердце и живот. Самка бросилась в сторону — и увязла глубже. Следующих ударов она уже не чувствовала. Не слышала она и криков двуногих, вытаскивающих из глины раненого. Теперь, не имея сил выбраться, она ниже и ниже опускала голову, стараясь хоботом дотянуться до обломка того копья, которое так больно ударило ее в спину, и, падая на бок, все глубже погружалась в болото. Последним, что она вдруг увидела, был ее первый мамонтенок, который, протягивая к ней хобот и покачиваясь, шел на подгибающихся ножках...

Исследования автора в 2003 году поддержаны грантом PalSIRP. Автор признателен кандидату геолого-минералогических наук С.В.Лещинскому (Томский государственный университет) и доктору исторических наук В.Н.Зенину (Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск) за помощь в подготовке публикации, предоставленные материалы и фотографии.



ЭКОЛОГИЯ

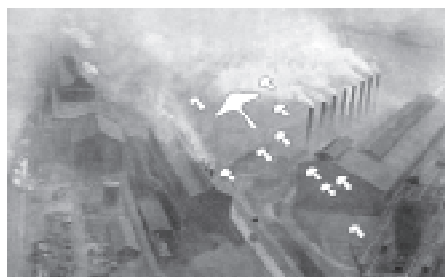
Человек выращивает себе врагов

Под влиянием промышленных выбросов в почве начинают активно плодиться микроскопические грибы, вызывающие у людей аллергию, а у растений — заболевания. Часть прежних, безвредных видов грибов, не выдержав отравы, вымирает, и их экологическую нишу тут же занимают более устойчивые вредители.

Эту закономерность установили биологи из Санкт-Петербургской военно-медицинской академии и Ботанического института РАН на Северо-Западе России и в окрестностях Норильска. Вблизи расположенных там металлургических комбинатов происходит частичная или полная смена грибных сообществ. В загрязненных почвах обильно расселяются виды, обычно находящиеся в абсолютном меньшинстве, а то и вовсе не встречающиеся в природных местообитаниях. Оказалось, что это плесневые грибки, споры которых при вдыхании вызывают у людей астму, альвеолит и аллергический насморк. Перед нами классический пример того, как перерождение экосистем под влиянием человека прямо сказывается на здоровье последнего.

Специалисты проанализировали несколько сотен почвенных образцов из-под Норильска, Череповца и Мончегорска, где расположены крупнейшие металлургические комбинаты. Оказалось, что на Таймыре, там, куда с аэрозолем из заводских труб попадает много диоксида серы и оксидов тяжелых металлов, в почве вымирает обычный для тундры мукор, но зато заводятся торула и класдоспориум. На споры этих видов грибов у многих людей сильная аллергия. С вымиранием аборигенной микрофлоры в северных почвах появляется и гриб, поражающий растения, — песталотия.

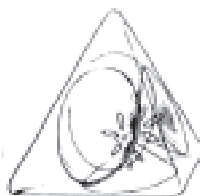
В эпицентре загрязнения вокруг «Северстали» (Череповец) вообще произошла полная смена почвенных грибов. Теперь там в основном живут особо опасные для человека виды аспергилла и триходермы, которые в отсутствие природных конкурентов прекрасно растут и размножаются.



Не намного лучше ситуация рядом с мончегорским «Североникелем». Там стало примерно поровну естественных плесневых грибов и специфических обитателей сильно поврежденных экосистем. В общем и в Карелии, и на Вологодчине, и под Норильском действует одна и та же закономерность: самая устойчивая микрофлора состоит из грибов, вызывающих аллергии.

ЗООЛОГИЯ

Инфузории растут от страха



Животные по-разному реагируют на стресс. Кто усиленно синтезирует адреналин, а кто запускает специальную генетическую программу и меняет форму тела, как, например, инфузория. Ученые из Зоологического института РАН (Санкт-Петербург) выяснили, что за этим формотворчеством стоят генетические программы. Наблюдение за генетическими манипуляциями инфузორий поддерживает РФФИ.

Биологи внимательнейшим образом исследуют самые далекие от человека виды не только из чистой любознательности, но и в надежде найти что-нибудь полезное для людей. А в современных условиях нет ничего полезнее правильной реакции на стресс. Усиленный выброс адреналина никак нельзя считать идеальной реакцией — слишком ощутимыми для здоровья бывают последствия. Иногда было бы удобнее просто не замечать раздражитель, стать «толстокожим», но только временно: постоянная толстокожесть сродни бездушию. Нечто подобное умеют делать некоторые инфузории: кожи у них, правда, нет, но в ответ на появление хищника они обрастают защитными шипами или меняют форму тела. Об адаптивных изменениях в клонах простейших известно очень мало. По мнению сотрудников Зоологического института РАН, за преобразования такого рода отвечают гены, работа которых зависит от условий внешней среды. Ученые попытались обосновать свою гипотезу, наблюдая за инфузориями, к которым подсаживали хищников.

Пугать решили инфузორий рода *Euplotes*, которые живут в лаборатории уже лет шестьдесят. На роль хищника, вызывающего у инфузორий внешние изменения, ученые, перебрав несколько кандидатов, выбрали плоского червя турбеллярию. В ее присутствии инфузории увеличивались в размерах и отращивали боковые лопасти. Инфузорий ежедневно снимали на ки-

нопленьку с помощью специальной насадки, установленной на микроскопе. Полученное изображение переводили в компьютер и по соответствующей программе измеряли параметры тела. Наиболее показательным для оценки динамики изменения формы инфузორий было отношение длины тела к ширине. За инфузориями наблюдали 18 суток. С каждым днем изменения становились все заметнее, и недели через две вытянутое овальное простейшее уподоблялось ромбу со скругленными углами.



Если для такого изменения действительно нужна работа новых генов, инфузории не должны менять форму в присутствии актиномицина Д, антибиотика, который подавляет образование РНК и делает невозможным синтез белка. Иными словами, если нетоксичные дозы антибиотика подавляют в организме какой-то процесс, это означает, что в основе этого процесса лежат механизмы регуляции активности генов. И действительно, инфузории, которые жили в слабом, нетоксичном для них растворе актиномицина Д — не меняли форму тела в ответ на появление в турбеллярий.

Когда наблюдатели удалили турбеллярий от изменившихся инфузორий, простейшие вернулись к прежним размерам и форме тела. Но если избавление от хищников происходило в присутствии актиномицина Д, инфузории так и остались «ромбическими». Это, по мнению ученых, означает, что изменение формы тела инфузორий обеспечивает не просто включение-выключение одного или нескольких генов. Инфузория должна иметь две альтернативные наследственные программы — программу типичную и программу оборонительную. По мере необходимости инфузория переключается с одной программы на другую.

Исследователи считают, что экспериментально подтвердили свою гипотезу. Конечно, Мендель тоже генов не видал, а предсказал их существование на основании косвенных данных. Но со времен Менделя молекулярная биология и генетика сделали колоссальный шаг вперед. Гены можно и нужно отыскать (хотя у инфузორий это очень непросто сделать), клонировать и непосредственно исследовать их работу. Не исключено, что, проделав все это, люди научатся как-то иначе реагировать на опасность. Хотя, если не иметь необходимой для этого генетической программы, уподобиться инфузории будет трудно.



Станислав Лем

Искусственный неинтеллект

1

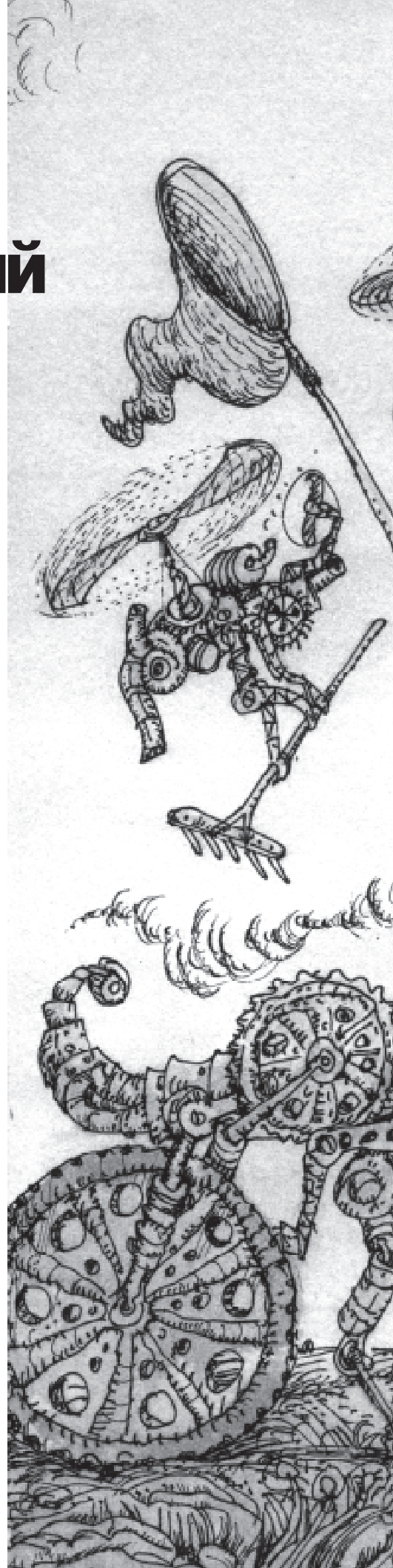
Я не знаю, почему повторяющейся темой в моей «Science Fiction» и футурологических текстах уже очень давно стали насекомые. Точнее говоря, не столько насекомые как живые биологические создания, сколько их различные копии или искусственные эквиваленты, сконструированные для самых разных целей и наделенные самыми разными формами. В романе «Непобедимый» они появляются как черный дождь или черная туча, и, хотя каждое насекомое имеет микроскопические размеры, объединяясь, они могут управлять большой энергией и побеждают все боевые средства крейсера. Однако это только пример: неоднократно бывало так, что некая концепция, сначала выдуманная мною и введенная в фабулу произведения «SF» затем вводилась в дискуссионные тексты, которые можно было бы назвать наполовину фантастическими и наполовину прогностическими. Так, в 1982 году я написал в произведении «Библиотека XXI века» раздел «Weapon Systems of the XXI Century», и в этом будто бы содержащем прогноз тексте мы наталкиваемся на следующее описание, которое я дословно процитирую (по польскому изданию, «Wydawnictwo Literackie», Краков, 1986, хотя сначала текст был опубликован на немецком языке).

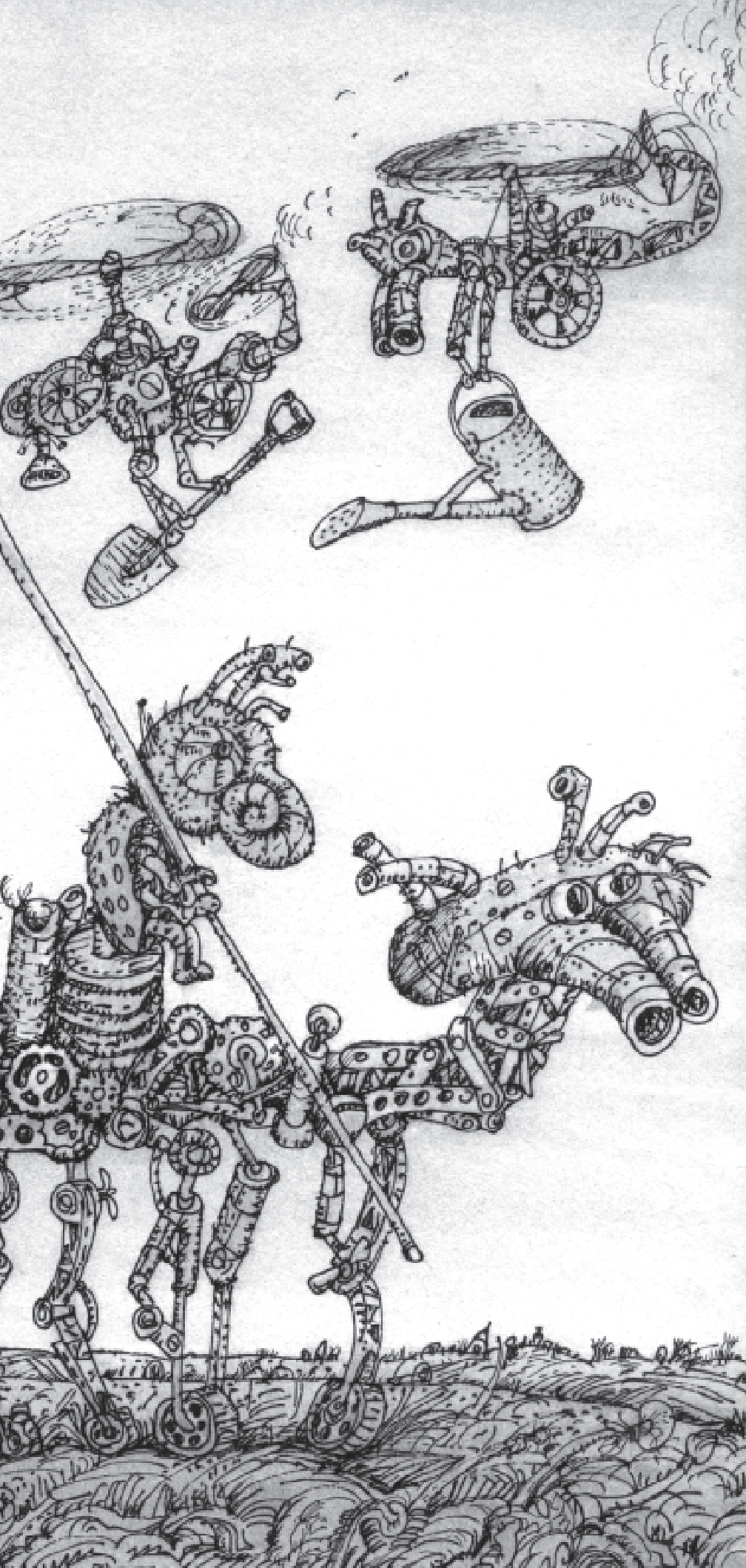
2

«Крупногабаритное оружие — бронетранспортеры, орудия, ракеты, тягачи, танки, наземные и подводные, и прочее новейшее, то есть появившееся в конце XX века, тяжелое вооружение, — все еще дорожало. Эта последняя стадия военной бронегигантомании исчерпала себя в середине столетия; наступила эпоха ускоренной микроминиатюризации под знаком искусственного НЕИНТЕЛЛЕКТА.

Трудно поверить, но лишь около 2040 года информатики, специалисты по цифровой технике и прочие эксперты стали задаваться вопросом, почему, собственно, их предшественники так долго не замечали очевидных вещей настолько, что *per fas et nefas*¹ при помощи *brute force*² пытались создать искусственный интеллект. Ведь для огромного большинства задач, которые выполняют люди, интеллект вообще не нужен. Это справедливо для 97,8% рабочих мест как в сфере физического, так и умственного труда.

Что же нужно? Хорошая ориентация, навыки, ловкость, сноровка и сметливость. Всеми этими качествами обладают насекомые. Оса вида *сфекс* находит полевого сверчка, впрыскивает в его нервные узлы (ганглии) яд, который парализует, но не убивает его, потом выкапывает в песке нужных размеров норку, кладет рядом с ней жертву, заползает в норку, чтобы исследовать, хорошо ли она приготовлена, втаскивает сверчка внутрь, откладывает в нем свое яичко и улетает, чтобы продолжить эту процедуру, благодаря которой развившаяся из яичка личинка осы может до своего превращения в куколку питаться свежим мясом сверчка. Тем самым оса демонстрирует превосходную ориентацию при выборе жертвы, а также при выполнении нарко-хирургической процедуры, которой подвергается жертва; навыки в сооружении помещения для сверчка; сноровку при проверке, хорошо ли обеспечены условия для развития личинки, а также сметливость, без которой вся последовательность действий не могла бы осуществиться. Оса, быть может, имеет достаточное количество нервных клеток, чтобы с не меньшим успехом водить, например, грузовик по длинной трассе, ведущей из порта в город, или управлять межконтинентальной ракетой, однако биологическая эволюция запрограммирова-





Художник Н. Краштин



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ла ее нервные узлы для совершенно иных целей.

Понапрасну теряя время на попытки воспроизвести в компьютерах функции человеческого мозга, все новые поколения информатиков, а также профессоров компьютерных наук (professors of computer science) с упорством, достойным лучшего применения, не желали замечать устройств, которые были в миллион раз проще мозга, чрезвычайно малы и чрезвычайно надежны. Не ARTIFICIAL INTELLIGENCE, но ARTIFICIAL INSTINCT³ следовало воспроизводить и программировать в первую очередь, потому что инстинкты возникли почти за миллиард лет до интеллекта — очевидное свидетельство того, что их сконструировать легче. Взявшись за изучение нейрологии и нейроанатомии совершенно безмозглых насекомых, специалисты середины XXI века довольно скоро получили блестящие результаты. Их предшественники и вправду были слепы, если не задумались даже над тем, что, например, пчелы, создания, казалось бы, примитивные, обладают, однако ж, собственным, и притом наследуемым, языком. С его помощью рабочие пчелы сообщают друг другу о новых местах добывания корма; мало того, на своем языке сигналов, жестов и пантомимы они показывают направление полета, его продолжительность и даже приблизительное количество найденной пищи. Речь, разумеется, шла не о том, чтобы строить из неживых элементов вроде CHIPS⁴ или CORN⁵ настоящих ос, мух, пауков или пчел, а лишь об их нейроанатомии с заложенной в нее последовательностью действий, необходимых для достижения заранее намеченных и запрограммированных действий. Так началась научно-техническая революция

Когда интеллектуальность уже создала микрокалькуляторы, своими размерами успешно соперничавшие с брюшными узлами шершней и комаров, энтузиасты Artificial Intelligence все еще сочиняли программы, позволявшие компьютерам вести глуповатые разговоры с не очень сообразительными людьми, а наиболее мощные среди вычислительных мамонтов и гигантозавров побивали даже шах-

матных чемпионов — не потому, что были умнее их, а потому, что считали в миллиард раз быстрее Эйнштейна»⁶.

Вышеприведенную цитату я взял из текста, который серьезным предсказанием не был, поскольку направлял всю проблематику «искусственного инстинкта» в сторону такого ее военного применения в приближающемся столетии, которое заменит живые военные силы.

3

Но вот передо мной написанная учеными из лаборатории в Лос-Аламосе для российского журнала «Природа» (апрель, 1995 г.) статья о «живых машинах», названных БИОМОРФАМИ. Авторам, которые на самом деле конструируют различных насекомоподобных, наделенных «инстинктом» биоморфов-микророботов, кажется, что они первыми создали эту концепцию. Что же делать? Цитата, которая открывает это эссе, свидетельствует, что автоматизацию инстинктов и их инкорпорацию в псевдонасекомых я выдумал 13 лет назад⁷. Ясное дело, я не располагал ни компьютерами, ни какими-либо псевдонейронами, ни лабораториями, ни коллективом сотрудников — иначе, чем на бумаге, я ничего не был в состоянии создать.

Но в любом случае могу сказать: ошибся я единственно в том, что предполагал создание микророботов, наделенных «инстинктами», ТОЛЬКО где-то в середине XXI века, а тем временем первые шаги были сделаны уже теперь.

Биоморфы (сокращение происходит от BIOlogical MORPHology) существуют уже в достаточном количестве вариантов, или, как хотелось бы сказать, экспериментальных «видов». Конструкция образцов объединяет три части. Во-первых, механическую часть, которая соответствует «перипатетической» системе конечностей (насекомого), а это обычно «ноги» с небольшим числом степеней свободы (как у членистоногих насекомых: как правило, они состоят из не очень гибких элементов, кроме весьма своеобразных исключений, существующих в живой природе). Эти ноги ведут себя, говоря упрощенно, как будто обладают некоторой независимостью: самостоятельно приспособливают свое движение и к территории, и к положению остальных ног.

Во-вторых, нейронное ядро, соответствующее нервным узлам насекомых. Ноги снабжены внутренними и внешними датчиками: внешние соответствуют тактильным органам чувств, внутренние — эквиваленты проприоцепторов, которые извещают центр управления — у человека это был бы мозг — о положении тела относительно

но конечностей и конечностей относительно тела, измеряя натяжение и взаимное расположение отдельных мышечных групп.

Зрение и слух у простейших биоморфов полностью излишни. Поэтому, в-третьих, мы ограничиваемся сенсорами контакта и дистанции (у многих насекомых такими сенсорами будут усики). Общая картина в ходе движения, соответствующая рельефу местности, возникает благодаря обратной связи со всеми подвижными частями конечностей (которые управляют отдельными приводами), и эта, возможно, простейшая из возможных «картина внешнего мира» синхронизирует сигналы для моторчиков, двигающих ноги.

Из теории динамических систем известно, что НЕ следует слишком сильно связывать между собой сборочные узлы машины с нелинейной характеристикой, если их совокупность должна обеспечивать сохранение черт самоорганизации. Машины из Лос-Аламоса с точки зрения системного единства ведут себя как слабо связанные параллельные компьютеры. Поэтому даже если повредить до 80% такого биоморфа, он по-прежнему будет пытаться двигаться (все это имеет эквиваленты в поведении и строении настоящих насекомых).

4

До сих пор экспериментировали с двумя вариантами представления в машине внешнего мира. В одном варианте картины этого мира нет вообще — такая машина не анализирует окружение, но может двигаться как кибернетическая черепаха — от препятствия к препятствию случайным образом. В другом варианте картина программируется, и машина располагает ею в значительной детализации (то есть имеет карту местности), но при этом легко может зайти в тупик или попасть в аварию, если запрограммированное окружение расходится с действительностью. В поведении биоморфов есть много черт, которые мы готовы приписывать не только смысленности, но даже разумности. Авторы биоморфов пишут, что правила выживания этих устройств не имеют ничего общего с так называемыми законами роботехники Айзека Азимова («Во-первых, защити человека, во-вторых, слушай человека, в-третьих, проявляй самосохраняемость»). Как пишут авторы, «это хорошо для фантастики, но не для машин, которые должны «выживать».

В Лос-Аламосе разработали иную тройственную программу: машина должна, во-первых, бороться за суще-

ствование (аналогия с главным законом эволюции по Дарвину), во-вторых, получать больше энергии, чем расходует, и, в-третьих, передвигаться самостоятельно.

Говоря кратко, речь идет о векторах ЗАЩИТЫ, ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ДВИЖЕНИЯ. Длина каждого из векторов соответствует потенциалу его действия в данной области.

Работа американцев довольно обширна. Не вдаваясь в технические подробности и вопросы программирования, я ограничусь перечислением некоторых уже созданных биоморфов — это turbot (турбинный), beamant (балансирующий муравей), walkman-solar (питается солнечной энергией), jumper (прыгун), tripod (трехног), biped (двуног), spider (паук), horse (конь), rover (странник) и т. д. Всего их уже создано несколько десятков.

Существуют также биоморфы, живущие общественно. Авторы сообщают, что в конце 1993 года в их «Парке юрских роботов» жило сорок роботов двенадцати разных видов, питающихся солнечной энергией. Можно было наблюдать объединение их в группы, битвы, совместные сражения с особенно агрессивными экземплярами, возникновение иерархии доминирования при потреблении энергии, но не было следа совместных (коллективных) действий.

Однако же кооперация биоморфов считается необходимым шагом, достижимым и желательным. Проектируются микронные машины, колонии микронных машин и, наконец, наномашин, которые могли бы функционировать внутри клеток живых организмов. Необычным кажется то, что число нейронных элементов может быть очень мало: иногда хватает ДВУХ. Оказывается даже, что уменьшение количества нейронов в «ядре» может разнообразить поведение и способствовать выживанию

5

Всю творческую проблематику столь обширного и столь нового пространства я, естественно, могу здесь только обозначить. Тот факт, что именно это новое направление трудов в сфере «неразумного интеллекта» (ибо можно и такими словами назвать направление работ над самостоятельными и самодействующими машинами) я предвидел давно, демонстрирует своего рода всеобщее ослепление убежденностью, что ничто не может быть важнее в конструктивной информатике, чем соревнование с человеческим мозгом. Однако поскольку велосипеды созданы не по образцу страуса, самолеты — не по образцу



птиц (в отличие от орнитоптеров, над которыми напрасно трудились в XIX веке), а лошадь не удалось смоделировать при помощи какого-нибудь «педипулятора», мне казалось, что желание повторить в электронном материале человеческий мозг с его эмоциональной жизнью, с его сознанием и подсознанием было всегда немного навыворот и следовало из нашего слишком хорошего мнения о человеческом мозге: будто бы ничего не может быть разумно ИНАЧЕ, разумно БОЛЕЕ, осмысленно безрассудно, никто не может ни в какой области равняться с человеком или моделировать хотя бы некоторые из его функций. Естественно, я не считаю, что искусственный инстинкт должен быть родствен моему «выращиванию информации», о котором я здесь⁸ уже писал. Эти области независимы. Важнейшей проблемой мне всегда казалось вызванная объективными причинами и нашим невежеством, недостаточная ясность ВИДЕНИЯ пространства инновационного творчества, которое лежит перед нами, которое у нас перед носом (как сидящая на нем муха), но которое мы не в состоянии рассмотреть. Я уверен, что микророботы и их потомство окажутся областью захватывающих достижений и многообразной специализации. В том числе, как я уже писал, и в военной сфере. Однако сегодня у меня нет охоты углубляться туда, поскольку опасности, уже, к сожалению, не фантастические, выглядывают из-за вершин наступающих лет быстрее, чем нам бы хотелось.

6

В конце я сделаю предостерегающее замечание общего характера. Вступая на дорогу, а точнее говоря — сначала только на тропинку новых технологических решений, мы становимся, не зная об этом, лицом к лицу перед опасностями, которые предсказателям даже не снились. Джинн атомной энергии, выпущенный из нуклонов, уже не поддается попыткам впихнуть его обратно. От микроразмерной роботехники мы не только можем ожидать много неизвестных нам услуг, но и множество не испытанных еще несчастий.

7

Отрезвляющему принижению этого моего «насекомого» прогноза, который уже начал осуществляться, должны послужить следующие замечания. Во-первых, насекомые, как и все, что составляет живую природу, не служат ничему (хотя могут быть, как, например, пчелы, ис-

пользованы нами). Но в общем живые создания не имеют никакой цели существования, кроме дарвиновской — выживание наиболее приспособленных. Следовательно, и биоморфы пока ни для чего не годятся, они — «машины только для существования». Во-вторых, насекомые размножаются, благодаря этому они и проложили свою богатую видами эволюционную колею. Ясное дело, чтобы размножаться, нужно располагать специальными ориентированными системами организма, которые именно у насекомых необычайно разнообразны и формами, и числом стадий (от яйцеклетки, гусеницы, личинки в разных жизненных средах через метаморфозы до зрелой формы, способной к размножению). У биоморфов трудно ожидать чего-то аналогичного. Простейшей их задачей могла бы стать борьба, связанная с саморазрушением, и потому я посвятил ей текст, процитированный во вступлении. Но мотивацию как сито, селекционно управляющее программой существования, мы можем, в принципе, включать в программы будущих биоморфов, и это означало бы, говоря очень кратко и метафорично, «выход из шаблона насекомых» в направлении, которого мы сегодня не можем еще придумать, так же, как ни один внеземной разум не сумел бы в мезозойскую эру «додумать» современного человека — *Homo sapiens*. Тогда не было никаких предпосылок и никаких образцов, которые могли бы указать направления для такого прогноза, и то же самое приходится сказать сегодня о биоморфах. Может быть, возникнут летающие формы или формы, которыми энтомологическая инженерия могла бы пользоваться в целях, нам пока неизвестных, так как они еще не появились. То, что человек не является «машиной для ничего», ибо он сам изобрел свою прометеевскую и фаустовскую основу, объясняется тем, что мы покинули страну естественной эволюции и благодаря разуму должны жить и выживать по собственной инициативе.

Есть еще небольшой вопрос: в чем причина того, что я взял парадигму насекомого как образец для проектирования и почему столько раз к ней возвращался? Но ответа на этот вопрос я не знаю. Мне кажется, что в ожи-

даниях, обращенных к технологии биоморфов, я осторожнее американских ученых: если они говорили УЖЕ о «разумности», которую можно приписать биоморфическому пути, то я по-прежнему считаю, что говорить следует об «инстинкте», который, однако, может проявлять в действии ВИДИМОСТЬ некоей разумности. Различие между интеллектом и инстинктом в том, что интеллект может сам программироваться и перепрограммироваться, инстинкту же этого не дано.

Перевод с польского
Виктора Язневича

Примечания переводчика

- ¹ Правдами и неправдами (*лат.*).
- ² Грубой силы (*англ.*).
- ³ Не искусственный интеллект, а искусственный инстинкт (*англ.*).
- ⁴ Чипы, микросхемы, чипсы (*англ.*).
- ⁵ Кукурузное зерно, песчинка (*англ.*).
- ⁶ Цит. по изданию: Лем С. Библиотека XXI века. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2002, с. 557–560 (перевод К. Душенко). Впервые на русском языке под названием «Системы оружия XXI века, или Эволюция вверх ногами» опубликовано в журнале «Химия и жизнь», 1989, № 9–10.
- ⁷ Настоящее эссе было написано летом 1995 года и впервые опубликовано в польском компьютерном журнале «PC Magazine po polsku» (№ 9/1995), в котором Станислав Лем с 1993 по 1998 год ежемесячно на компьютерные темы публиковал статьи, впоследствии изданные в Польше в сборниках «Тайна китайской комнаты» (1996) и «Мегабитовая бомба» (1999).
- ⁸ Имеется в виду эссе «Выращивание информации» и «Выращивание информации?», опубликованные в «PC Magazine po polsku» в номерах 5/1994 и 8/1995 соответственно, в которых Станислав Лем развивает идеи из одноименного раздела главы «Сотворение миров» книги «Сумма технологий».



Поэт неравновесной термодинамики

Ю.А.Данилов,
РНЦ «Курчатовский институт»

28 мая 2003 года не стало выдающегося бельгийского ученого русского происхождения, создателя термодинамики сильно неравновесных процессов Ильи Романовича Пригожина, работы которого в большой степени повлияли на стиль современного научного мышления.

Он родился 25 января 1917 года у Крестовской заставы в Москве. Его отец, химик-технолог, выпускник Высшего императорского технического училища (впоследствии МВТУ им. Баумана), основал небольшой завод лакокрасочных материалов; мать была пианисткой и преподавателем музыки. В 1921 году семья Пригожиных (родители и двое сыновей) была вынуждена эмигрировать из Советской России, сначала при поддержке постоянного представителя Литвы в Москве поэта Ю.Балтрушайтиса в Каунас, затем в Берлин и, наконец, в 1929 году в Брюссель.

В юности Илья отдавал предпочтение гуманитарным предметам и даже некоторое время видел свое будущее в деятельности концертирующего пианиста (любовь к игре на фортепиано сохранилась у него на всю жизнь). Выбор профессии произошел не без внутренней борьбы. Вот как он сам вспоминал об этом: «Я увлекался историей, философией и особенно музыкой. Моя мать говорила, что читать ноты я научился раньше, чем слова... Но над Европой в те годы нависла угроза войны, и карьера в области естественных наук представлялась более надежной. Поэтому я приступил к изучению физики и химии в Свободном (некатолическом) университете Брюсселя».

Еще в школе любимой книгой Ильи стала «Творческая эволюция» французского философа Анри Бергсона, из которой ему особенно запомнилась такая фраза: «Чем больше мы углубляемся в природу времени, тем лучше понимаем, что оно означает избрание, творчество форм, непрерывное порождение нового».

Пригожин «заболел» проблемой времени. Он писал, что во всех его интересах время играло особую роль, шла ли речь об истории цивилизаций, свободе воли человека или развертыва-

нии музыкальной темы; он спрашивал своих учителей о смысле времени, но их ответы были противоречивы: для философов суть времени была тесно связана с этикой и самой природой человеческого бытия, а физики находили его вопросом наивным, поскольку, по их убеждению, ответ на него был дан еще Ньютоном, а уточнен Эйнштейном.

Физики рассматривали время лишь как параметр, дополнительную координату. Еще Лагранж назвал динамику «четырёхмерной геометрией», а Эйнштейн и Минковский развили его подход. По Эйнштейну, направленность времени — это человеческая иллюзия.

Все в Пригожине противилось этим попыткам уравнивать в правах пространство и время: «Я заведомо не первый, кто почувствовал, что «опространствование» времени не совместимо ни с эволюционирующей Вселенной, которую мы наблюдаем вокруг нас, ни с нашим собственным человеческим опытом». Он был солидарен с астрофизиком Артуром Эддингтоном, сказавшим: «В любых попытках навести мосты между духовной и физической сторонами нашей природы, время занимает ключевую позицию».

Парадокс, по мнению Пригожина, состоял в том, что основные уравнения физики симметричны по времени — в них нет никакого выделенного направления. А в природе (и тем более в обществе) все устремлено к неким целям, будь то маятник, проходящий к состоянию покоя, нагретое тело, которое достигает теплового равновесия со средой, или облако газа в космосе, конденсирующееся в звезду.

Среди физико-химических дисциплин его внимание привлекла термодинамика — ведь в ней фигурировала «стрела времени», которую определяет закон роста энтропии. «Изучая многие разделы физики и химии, я был поражен тем, что в них как бы отсутствует фактор времени, что эти науки так мало говорят об истории и эволюции. Поэтому я обратил взор к термодинамике».

Да, в статистической физике направленность, выражавшаяся в виде

второго начала термодинамики, уже была. Но она объясняла только те процессы, которые вели к выравниванию исходных неоднородностей, разрушению структур, к равновесию, а в итоге, как полагал Рудольф Клаузиус, к тепловой смерти Вселенной. И она ничего не говорила о бергсоновском творчестве форм, о постепенном усложнении материи, о феномене жизни.

К счастью для Пригожина, в университете был преподаватель Теофил де Донне, который вопреки господствующим взглядам утверждал, что термодинамика не должна ограничиваться замкнутыми системами и ей надлежит сосредоточить усилия также на изучении неравновесных процессов. Важный шаг в этом направлении сделал в 1931 году норвежский ученый Ларс Онсагер, когда сформулировал первые общие положения неравновесной термодинамики.

Энтузиазм, с которым молодой Пригожин принялся за изучение этих вопросов, далеко не всегда встречал понимание и поддержку со стороны его старших коллег. Так, один из них, узнав об организованном Пригожиным семинаре по неравновесным явлениям, недоумевал, зачем надо заниматься их изучением — не лучше ли подождать, пока система, эволюционируя, придет к стабильному равновесию?

Илья окончил Свободный университет в 1942 году по специальности физическая химия. Затем он подготовил диссертацию о значении времени в термодинамических системах, которую защитил в 1945 году. А двумя годами позже стал профессором того же университета. К концу 40-х годов Пригожин доказал ряд теорем (получивших его имя). В последующие десятилетия ему удалось расширить и развить свой подход, уточнить и придать строгую форму многим интуитивным догадкам.

В 1962 году он стал директором (и неформальным лидером) Института физики и химии Сольве в Брюсселе, а в 1967 году создал и возглавил Центр статистической механики и термодинамики при Техасском университе-



И.Р. Пригожин



ПОРТРЕТЫ

те в Остине. Итог трудов брюссельской школы и собственных многолетних исследований Пригожин вместе со своим коллегой профессором Полем Гленсдорфом подвел в монографии «Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций» (М.: Мир, 1973).

По Пригожину, вдали от положения равновесия, в потоке подводимой энергии система начинает вести себя нелинейно, возникают корреляции в поведении отдельных ее элементов, приводящие к появлению разнообразных упорядоченных пространственно-временных структур (их стали называть диссипативными, поскольку их рождение оплачивается рассеянием — диссипацией — энергии).

В одной и той же системе может возникнуть много таких структур, и выбор («выживание») одной из них происходит под действием флуктуаций. Так проявляется индетерминизм в природе — мир вокруг нас, говорил Пригожин, лишь один из множества возможных.

Известно, что порядок может возникнуть и в равновесных системах — вспомним кристаллы, снежинки, ледяные узоры. Но это застывший, мертвый порядок. Однако бывает порядок и в протекающих во времени процессах. Классический пример — «ячейки Бенара»: в слое масла на сковороде при интенсивном ее нагревании появляются шестиугольные ячейки. На малом огне (неравновесность слаба) подводимое тепло успевает рассеиваться за счет теплопередачи, а на большом огне нет, и тогда включается новый фактор — конвекция, что и приводит к макроскопической диссипативной структуре, отражающей процесс циркуляции масла.

Созданная теория описывала такие сильно неравновесные процессы, и в ней мысль Бергсона о «творчестве форм» получила научное обоснование.

В 60–70-е годы Пригожин пришел к выводу, что подобные закономерности проявляют себя в самых разных областях, в том числе в эмбриональном развитии организмов, в эволюции общественных систем. По его концепции, в открытых системах одновременно существуют две стрелы времени — одна направлена в сторону увеличения хаоса (рост энтропии, идущий на микроуровне), а другая, противоположная ей, — к макроскопическому порядку и организации, которые создает рост энтропии.

Широкому признанию его идей способствовало открытие в 50–60-х годах в нашей стране колебательных химических процессов (реакция Белоусова — Жаботинского). «Если бы, — говорил Пригожин, — это открытие, ставшее экспериментальным фундаментом для моих теоретических построений, запоздало, мои воззрения отвергли бы из-за отсутствия подтверждающих опытных данных. Если бы оно стало известно много раньше, то их восприняли бы как нечто тривиальное. То есть помощь из России пришла вовремя, не позже и не раньше».

В 1977 году Пригожину была присуждена Нобелевская премия по химии — «за работы по термодинамике необратимых процессов, особенно за теорию диссипативных структур». Говоря о лауреате, представитель Шведской королевской академии подчеркнул, что работы Пригожина позволили с единой точки зрения описать химические, биологические и социальные явления, их отличает элегантность и прозрачность, поэтому ученого заслуженно называют «поэтом термодинамики».

Достигнутые успехи не вполне удовлетворяли ученого, поскольку свою главную задачу он видел в таком изменении уравнений классической и квантовой физики, чтобы неустойчивость и необратимость явно в них сохранились, то есть он хотел ввести стрелу времени в основания физики. Для этого Пригожин с сотрудниками разрабатывал специальный математический аппарат. Как он сказал, 90% того, что они сделали в этой области, имело своим истоком труды пред-

ставителей русской математической школы — А.М.Ляпунова, А.Н.Колмогорова, И.М.Гельфанда, С.Л.Соболева, М.А.Неймарка, Я.Г.Синая. Насколько Пригожину удалось свершить задуманное, пока судить еще трудно: не все специалисты согласны с его результатами.

Неравновесная термодинамика имеет не только академический интерес. Как Пригожин неоднократно указывал, будущие химические технологии станут использовать принципы самоорганизации, что сделает процессы гибкими и устойчивыми к внешним возмущениям, способными правильно реагировать на управляющие сигналы. И еще: нельзя управлять сложной системой путем жесткого навязывания ей того или иного сценария, но можно, зная характер аттракторов, слабыми, но точными «уколами» переводить ее в нужный режим. (Эти аспекты поведения нелинейных систем сейчас изучает, наряду с теорией диссипативных структур, другое, близкое ей научное направление, называемое синергетикой. Там широко используют компьютерные эволюционные модели.)

Но самое важное, что дал нам Пригожин, — это новое видение природы: не гигантский часовой механизм Ньютона и не нарастающий хаос Клаузиуса, но находящаяся в вечном становлении, развивающаяся и созидающая сложные формы реальность. Высшее проявление этой тенденции — живая материя.

В опубликованном когда-то в «Химии и жизни» интервью Илья Романович сказал, что «мы только начинаем понимать природу». Конечно, предстоит еще долгий путь, и будущие исследователи наверняка разовьют и переработают его теории, включат их в какие-то более общие концепции. Но и тогда идеи Пригожина не станут анахронизмом: ведь он поэт, а настоящая поэзия не стареет.



Мысль и страсть Ильи Пригожина

На русском языке издано много книг Пригожина, которые он написал один или с соавторами — коллегами Полем Гленсдорфом и Грегуаром Николисом, философом Изабеллой Стенгерс. В «Химии и жизни» публиковались отрывки из его и Стенгерс книги «Время, хаос, квант» (1993, № 9–11), а до этого (1984, № 2) интервью, которое взял у Пригожина сотрудник редакции В.Р.Полищук.

В декабре 1992 года бельгийский ученый посетил Москву и выступил в МГУ, а также в Институте истории естествознания и техники РАН, где беседа шла на русском языке. Приведем отдельные фрагменты (слегка сокращенные) из сказанного Пригожиным в ИИЕТе; в полном виде запись той встречи опубликована в № 2 журнала «Вопросы истории естествознания и техники» за 1993 год.

Мне было четыре года, когда наша семья уехала из России, но мои родители всегда хотели, чтобы у меня был преподаватель русского языка. Я читал русских классиков и думаю, что это было очень важно для меня. В конце концов я многое забыл в языке, но мой покойный брат Александр, который был на четыре года старше (он стал довольно известным орнитологом и жил в Африке, где открыл много новых видов птиц), до конца своих дней свободно читал и писал по-русски. Когда мы покидали Россию, ему было только восемь лет, и все же главным его языком остался русский.

А я тогда был совсем маленьким, и потому моя жизнь сложилась несколько иначе: друзья брата были в основном русские, а я общался с бельгийцами. Можно сказать, что разница в четыре года привела к бифуркации. Но все равно в России я чувствую себя почти дома.

■ ■ ■ Будучи физиком, точнее, физикохимиком, я всегда интересовался вопросами необратимости. Но только в последние годы они стали для меня проясняться, потому что удалось соединить их рассмотрение с теорией хаоса и в классической, и в квантовой механике. Это привело к созданию новой математики, что в общем-то и должно быть: новая физика всегда требует новой математической формулировки.

Сегодня я могу более ясно проследить, как логически развивались эти идеи. Хотя, с другой стороны, понимаю, что все происходило совсем не так, потому что сама жизнь состоит главным образом из цепи случайностей и никакой логики в ней нет. Быть может, такой взгляд на науку возник у меня потому, что я всегда интересовался историей искусства, музыки. Я получил, как говорят, классическое образование (осваивал греческий язык, латынь) и никогда в детстве не думал, что стану заниматься математическими выкладками.

Хочу рассказать об одном эпизоде из моей жизни. Мне было тогда 16

лет, и все вокруг считали, что я буду юристом. А я размышлял так: «Что должен делать юрист? Он должен защищать знаменитых преступников. Чему надо научиться, чтобы защищать преступников? Психологии». Поэтому я пошел в библиотеку, которую посещал мой брат, и попросил какую-нибудь книгу по психологии. Как раз в то время в издательстве Дюма вышел первый том двадцатитомной энциклопедии по психологии. Мне дали этот том, что само по себе было довольно анекдотично: предложить шестнадцатилетнему юноше для знакомства с психологией один из томов гигантской энциклопедии! Он был посвящен нейрофизиологии, а так как я получил чисто гуманитарное образование, то я ничего в нем не понял.

Тогда я купил маленькую книжку по биологии и начал читать ее. Там оказалось много сведений по химии, а в химии я был полный профан. Поэтому я купил какую-то книгу по химии, и, поскольку она начиналась с физикохимии, пришлось купить книгу и по физике. В этой книге по физике было довольно много математики, так что я начал учиться математике. В результате мои юридические интересы сменились естественно-научными.

Сегодня каждому ясно, что между нейрофизиологией и математикой существует определенная связь. Но на этом примере я просто хотел показать, какую роль в жизни играет случай.

■ ■ ■ Другой пример демонстрирует роль не только случая, но и влияния. Дело было перед войной. В то время идея стать историком или музыкантом казалась не совсем уместной. Мой отец был химиком, так что я тоже решил пойти в химию. А через некоторое время я увлекся проблемой необратимости времени. У нас был профессор Теофил де Донне (ученик Анри Пуанкаре), который читал нам курс термодинамики и интересовался необратимыми процессами.

Его идеи в этой области были довольно маргинальными, ведь Джозайя

Гиббс и вся его школа считали, что термодинамика — это описание только равновесных систем; надо работать в университете, стоящем в стороне от основного научного русла, чтобы заниматься вопросами необратимости, — в другом месте, с более традиционными взглядами, все осталось бы «обратимым».

Де Донне вывел соответствующую формулу, однако сама мысль о том, что необратимость может быть выражена точным равенством, для многих была слишком революционной. Я помню, что все, кто работал в этой области, остерегались пользоваться даже терминологией де Донне, потому что это считалось ересью. Так впервые, когда мне было 20 лет, я увидел, что идея ввести в физику необратимость встречает сопротивление.

Чем объяснить такое пристрастное отношение? Вот вопрос, который меня всегда волновал и поддерживал мой интерес к истории науки. Почему, когда мы говорим о гравитации или уравнениях Максвелла, мы ведем себя спокойно, а когда речь заходит об энтропии, все сразу возбуждается? В своей книге «Порядок из хаоса» я привожу две цитаты — одну Артура Эддингтона, который говорит, что второе начало термодинамики — это самый важный закон природы; а другая Гилберта Льюиса — о том, что он надеется успеть до конца своей жизни исключить из физики понятие энтропии, которое «антропоморфно и паразитно».

Получается, что один довольно крупный ученый говорит, что это самый главный закон, а по мнению другого, его вообще не существует. Я считаю, что такая ситуация очень интересна.

Я начал думать, как извлечь что-нибудь конкретное из термодинамической идеи моего учителя де Донне. В то время я интересовался еще и биологией (а биология — это, конечно, неравновесие) и читал книгу Эрвина Шредингера «Что такое жизнь?» (1944). Позднее я довольно хорошо знал самого Шредингера и мог бы рассказать про свою дискуссию с ним о проблеме време-

ни, потому что мы так и не пришли к единому мнению (должен заметить, что вообще, на протяжении всей своей жизни, я нечасто встречал понимание).

Книгу Шредингера о жизни я читал с большим удовольствием, и в ней меня заинтересовали два аспекта. Первый состоял в том, что жизнь возможна только за счет обмена энтропией, то есть должен быть поток энергии. И второй: как это получилось, что жизнь так устойчива? Из крокодила получается крокодил, из курицы — курица. Речь идет не только о наследственности, но и о стабильности. Шредингер думал, что эта устойчивость подобна хорошим часам, то есть имеет механическое происхождение. Мне трудно было с этим согласиться.

Аналогия, которая пришла мне тогда в голову, связана с городом. Ведь город живет только потому, что он есть открытая система, — если вы изолируете его, то он постепенно прекратит существование. А взаимодействия внутри города — это то, что делает систему стабильной. В эту аналогию я верю еще и теперь и думаю, что она представляет очень важный элемент моей теории.

■ ■ ■ ...Самым интересным своим результатом я считаю тот, который показывает, что в неравновесии возможно то, чего в равновесии получить нельзя. Главное возражение против физико-химической интерпретации жизни состояло в том, что такие сложные состояния огромного числа молекул невозможны по теории вероятностей. Но, повторяю, что невероятно в равновесии, становится вероятным в неравновесии.

Это, конечно, лишь общая идея, и есть большая разница между уровнем сложности, с которым имеют дело физика и химия, и тем, что мы наблюдаем в биологии. Мы еще многого не понимаем в конкретных биологических вопросах и еще не можем создать жизнь искусственно. Я считаю, что главная проблема науки в следующем веке — это встреча между физикой, химией и биологией.

■ ■ ■ ...Хочу обрисовать вам ситуацию, которая сложилась вокруг моих работ по проблеме времени. После выхода моей книги «Порядок из хаоса» появилась рецензия под названием «Является ли необратимость фундаментальным свойством материи?». Написал ее Пейганс, астрофизик. Резюме этой рецензии таково: мы все знаем, что необратимость — не есть фундаментальное свойство природы, и только Пригожин думает по-другому. Эта дискуссия продолжается до сих пор.

■ ■ ■ Может быть, мой интерес к археологии, который проявился довольно поздно, связан с тем, что у меня стало меньше времени для игры на рояле. Для того чтобы играть хорошо, вы должны упражняться два-три часа ежедневно. Если же вы играете плохо, то просто неприятно самого себя слушать.

Возможно, археология для меня — заменитель музыки. Но есть и другой аспект. У меня было очень мало единомышленников в моей научной деятельности, и я всегда думал: а что, если моя идея — просто ошибка? Может быть, все не так и законы природы не знают времени? Может быть, это иллюзия для человека? Но именно археологические объекты указывают на реальность времени.

Вот вам маленький анекдот. Будучи в Аргентине, я давал интервью. Меня спрашивали про то и про это, а я все говорил об археологии Аргентины и очень мало обо всем остальном. Кончилось тем, что мне присвоили степень почетного доктора археологии.

■ ■ ■ Конечно, наука имеет эстетическую ценность, но очень трудно дать точное определение прекрасного. Скажем, мой учитель де Донне наиболее красивыми считал вариационные принципы, Поль Дирак говорил, что красоты теории, в которых проявляется себя симметрия. А я спрашиваю, что красивее — кристалл или живое существо? Живое существо несимметрично, в нем симметрия нарушена. Для меня живое более эстетично, чем кристалл, и, стало быть, нарушенная симметрия лучше идеальной.

■ ■ ■ Кстати, когда я был несколько лет назад в Японии, мне подарили копию свитка дзенского монаха XIII века Догена, в котором он представил Вселенную в виде круга с небольшим изъяном треугольной формы. На следующем шаге этот треугольник превращается в шестиугольник, потом в двенадцатиугольник, двадцатичетырехугольник... и это — история Вселенной.

■ ■ ■ Я считаю, что психологические аспекты играют очень важную роль в жизни ученых. Недавно я написал небольшое эссе, которое называется «Наука. Страсть и разум». Вы знаете, бывают целые эпохи в науке, когда страсть играет определяющую роль. Так было для Бэкона, Галилея, Кеплера... Видимо, она имела большое значение и для меня.



ПОРТРЕТЫ

Разящие стрелы времени

Как говорил Пригожин, «мы — дети времени», но Хронос не щадит своих детей: в мае он поразил стрелой бельгийского ученого, а в октябре — нашего старого автора и друга, друга всех друзей науки Юлия Александровича Данилова.

Этот широкообразованный, хотя и не обремененный высокими степенями и званиями специалист по нелинейной динамике был одержим стремлением отыскать все самые ценные тексты, что написаны в разных странах в разные эпохи, и сделать их нашим достоянием. Данилов переводил одну за другой научные и научно-популярные книги, труды классиков науки (всего 106 книг). Лингвистических барьеров для него практически не существовало — он знал более двадцати европейских языков, латынь, древнегреческий.

Неутомимый труженик, он обогатил нас и миром идей Пригожина, переведя на русский большинство его книг. С Ильей Романовичем Юлий Александрович дружил, встречался в Москве и Брюсселе. И когда тот умер, принес в редакцию статью о нем. Но к печати ее готовили уже без участия автора.

Ю.А.Данилов был великим просветителем. Будем читать и помнить.



Материализация эпигенетики,

или

Небольшие изменения с большими последствиями

Доктор биологических наук
Б.Ф.Ванюшин

XX век принес нам множество грандиозных событий в естествознании, среди которых не последнее место занимает открытие двойной спирали ДНК. В прошлом году исполнилось ровно 50 лет с той поры, когда Уотсон и Крик (рис. 1) предложили миру структуру ДНК в виде необычной тогда двойной спирали. Исключительное значение этого события прежде всего в том, что они этой структурой объяснили миру, как происходит передача наследственных свойств. На деле реализовался принцип комплементарности (матриц), предложенный выдающимся русским естествоиспытателем Н.К.Кольцовым. Теперь каждому школьнику известно, что в ДНК существуют две «сладкие парочки» оснований аденин-тимин (АТ) и гуанин-цитозин (ГЦ) (рис. 2): А в одной цепи ДНК соответствует Т в другой, аналогичным образом ведет себя и другая пара ГЦ.

На примере ДНК принцип комплементарности проявляется в

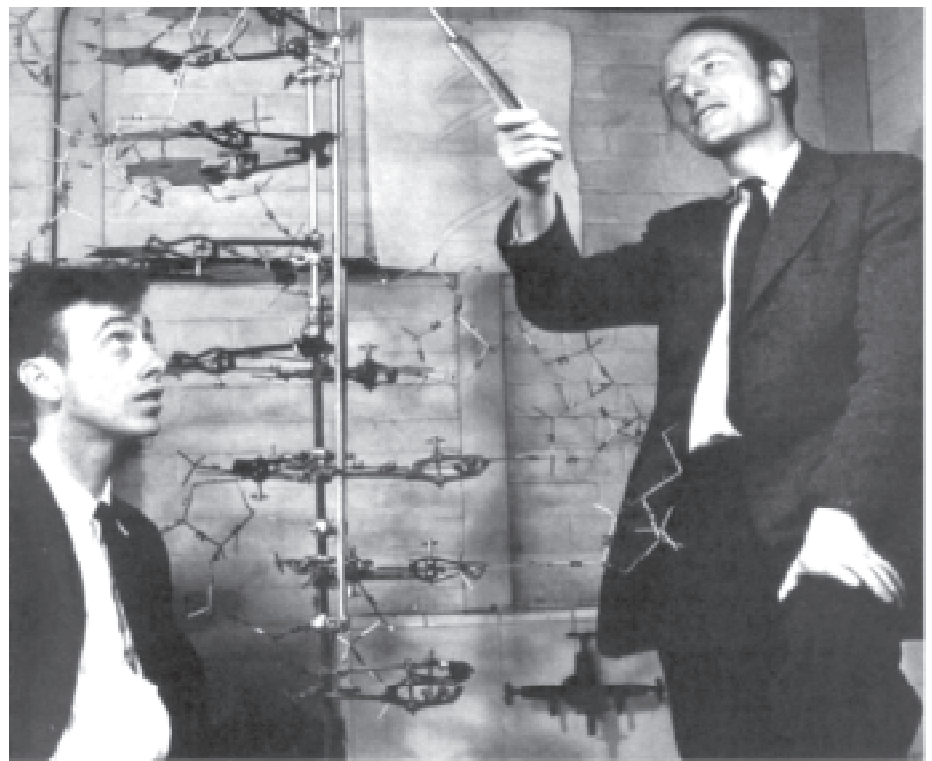
том, что одна половинка (цепочка) ДНК структурно дополняет другую. Поэтому ферменты по каждой из отдельных половинок (матриц) могут достроить недостающую половинку; таким образом, в клетке из одной двуцепочечной молекулы ДНК возникают две дочерние, как две капли воды похожие на материнскую. Наконец-то обрел осязаемые черты главный принцип генетики — наследственность. При этом материализовалась по-новому и сама генетика, появились молекулярная генетика и молекулярная биология.

Открытие двойной спирали стало торжеством единства науки, оно произошло благодаря объединенным усилиям и знаниям биологов, физиков, химиков, математиков. Поистине, межи науки — самые плодородные, и, возможно, в этом самый главный урок, который преподала нам двойная спираль: знания лучше объединять, а не делить.

Ответы и вопросы

Открытием двойной спирали ДНК началось победоносное и ошеломительное шествие науки, затронувшее все стороны нашей жизни. Я не берусь предсказывать, как дальше развернутся события в естествознании. Бесспорно одно: они будут разворачиваться гораздо быстрее и интенсивнее, чем до сих пор. Уже во весь голос заявили о себе целые новые области знания: геносистематика, геномика, протеомика, биоинженерия, биоинформатика, эпигенетика и другие. И в этом повинна ДНК. Так уж случилось, что у всех организмов наследственная информация записана именно в этой молекуле. (Вирусы, у которых эту роль могут выполнять РНК, — не организмы.) Никто не объяснит нам, почему природа в качестве наследственного материала выбрала ДНК, а не похожую на нее РНК. Может быть, это связано с тем, что сахаро-фосфатный костяк у молекулы ДНК более устойчив, чем у РНК, — устойчивость важна для сохранения наследственности.

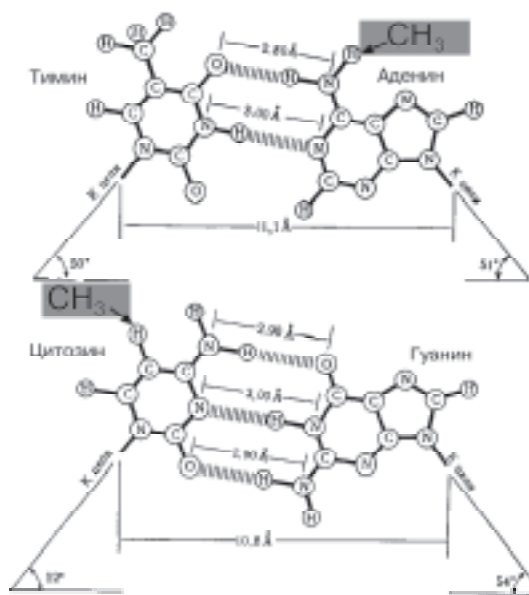
Как бы то ни было, ДНК — очень значимая биологическая субстанция. Благодаря расшифровке ее структуры раскрыта природа генетического кода и мутаций, поняты причины многих наследственных болезней, сформированы обстоятельные представления о собственно организации генов и геномов, полностью расшифрована нуклеотидная последовательность гено-



мов многих бактерий и пока еще многочисленных грибов, растений, животных и человека. Более того, мы научились конструировать принципиально новые гены и геномы и, главное, создавать трансгенные организмы. Многие из них (например, микробы) уже плодотворно трудятся на наше благо.

1
Дж.Уотсон и Ф.Крик, 1953 г.

Однако достижения молекулярной биологии приносят все больше вопросов. В частности, мы очень мало знаем о том, как работают гены, почему они молчат в одной клетке организма и активны в другой. Каковы молекуляр-



ные механизмы так называемой клеточной дифференцировки? Как заставить работать полезные гены или принудить их замолчать, если они вредны? Во многих случаях именно потому, что мы не знаем ответов на эти вопросы, новые гены, всаживаемые в клетку, неэффективны либо сильно искажают ее природу.

Нельзя забывать, что у организмов существуют мощные регуляторные элементы (в геноме и на уровне клетки), которые контролируют работу генов. Эти сигналы накладываются на генетику и часто по-своему решают, «быть или не быть». Даже самая отличная генетика может вовсе и не реализоваться, если эпигенетика будет неблагоприятной: по образному выражению П. и Д. Медавара, «генетика предполагает, а эпигенетика располагает».

Долгое время эпигенетику не признавали, стыдливо или даже намеренно умалчивали о ней — как правило, потому, что природа эпигенетических сигналов и пути их реализации в организме казались очень расплывчатыми. Считалось, что генетика — это святое, а эпигенетика — от лукавого.

Под эпигенетикой (не путать с теорией эпигенеза о появлении признаков в ходе развития организма de novo, в XVIII веке успешно противостоявшей преформизму) обычно понимают область знаний о совокупности свойств организма, которые не закодированы непосредственно в геноме, но могут и должны передаваться по наследству. К. Уодингтон, запустивший в обиход в сороковых годах прошлого века термин «эпигенетика», включает в нее и все развитие организма. А в 1990 году Р. Холлидей писал: «Эпигенетика может быть определена как изучение механизмов контроля активности генов во времени и пространстве в процессе развития сложных

2 Канонические уотсон-криковские (WC) пары оснований в ДНК. Стрелками показаны места, куда привносятся метильные группы

организмов». Он был в числе первых, кто указал на возможную биохимическую природу наследуемых эпигенетических сигналов.

Сегодня стало ясно, что один из таких сигналов — ферментативное (энзиматическое) метилирование самой генетической матрицы, то есть ДНК. Характер этой модификации генома наследуется, и она так или иначе контролирует все генетические процессы. Однако путь к расшифровке природы, специфичности и пониманию биологической роли этой модификации ДНК был очень непрост, и мы рады осознать, что на этом трудном пути заметны и наши вехи.

Мал золотник, да дорог

Уже более полувека известно, что наряду с классическими четырьмя основаниями (аденин, гуанин, цитозин и тимин) в ДНК могут встречаться необычные метилированные основания: 5-метилцитозин (m^5C) и N^6 -метиладенин (m^6A), получившие название минорных. Мы не знаем, сколько крови попортили эти миноры авторам двойной спирали: в то время они уже были найдены в ДНК, но было непонятно, откуда они берутся. Лишь в 1961 году у бактерий, а затем у эукариот обнаружили ферменты, которые в присутствии донора метильных групп S-аденозилметионина избирательно метилируют отдельные остатки цитозина или аденина в цепях ДНК. Стало ясно, что минорные основания не встраиваются в ДНК в готовом виде, а возникают в результате энзиматической модификации (метилирования) обычных оснований в уже сформированных или формирующихся цепях (рис. 2). Однако долгое время оставалось неясным, зачем это нужно клетке и почему модифицируются не все, а только некоторые аденины и цитозины.

И у нас, и за рубежом принято было считать, что эти минорные основания не играют существенной роли ни в структуре ДНК, ни в ее функционировании. В качестве доказательства привлекали излюбленный объект классических генетиков — плодную мушку дрозофилу. В геноме этого насекомого долго никому не удавалось найти

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

минорные основания. Это давало повод глубокоуважаемым столпам генетики (их имена я намеренно не упоминаю) утверждать, что если дрозофила прекрасно живет без метилирования ДНК, то эта модификация генома вообще не должна иметь значения в жизнедеятельности эукариотических организмов. Долгие годы это заметно охлаждало интерес к метилированию ДНК у многих блестящих биохимиков и молекулярных биологов мира — и позволило нам в более или менее спокойной обстановке шаг за шагом идти по пути исследования метилирования ДНК.

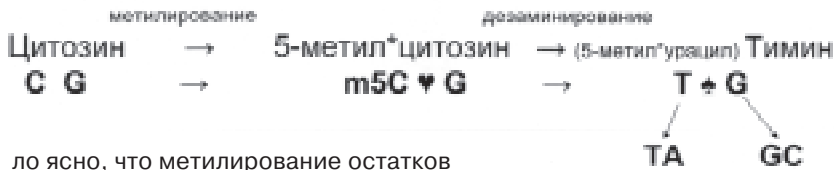
Подобно великому русскому ученому И. П. Павлову, поставившему памятник собаке, и мне следовало бы отлить памятник дрозофиле (из-за небольших размеров мушки это было бы значительно дешевле). И не только потому, что она служила и служит бесценным биологическим объектом, а потому, что она позволила мне, моим коллегам и ученикам работать без присущего нашему времени ажиотажа и головокружительной гонки. Кстати, сейчас доказано, что и у дрозофилы ДНК метилирована и эта модификация генома важна для развития насекомого.

Мы всегда были убеждены в том, что минорные основания в ДНК и сама эта энзиматическая модификация генома обязательно должны сказываться на биологических функциях генома. «Если звезды зажигают, значит, это кому-то нужно».

Физика, органическая химия, энзимология...

Для начала несколько слов о влиянии метилирования на структуру ДНК. Нам удалось найти такую необычную природную двутяжевую ДНК (у бактериофага AR9 *Bacillus brevis*), в которой вместо обычного для ДНК тимина присутствует характерное для РНК основание урацил. Грубо говоря, урацил — тот же тимин, но без метильной группы. Урацилсодержащая ДНК бактериофага плавилась (денатурировала) при гораздо более низкой температуре, чем идентичная ей по составу нормальная, тиминсодержащая ДНК. Ста-





ло ясно, что метилирование остатков цитозина небезразлично для самой структуры ДНК: оно стабилизирует двутяжевую спираль.

Еще сильнее привлекло нас то, что метилирование ДНК ощутимо сказывается на ее взаимодействии (связывании) с различными белками. Во многих случаях метилирование по цитозинового остаткам препятствует связыванию специфично реагирующих с ДНК ядерных белков (факторов), которые, собственно, и осуществляют разные генетические процессы, в том числе транскрипцию, репликацию и репарацию. С другой стороны, теперь уже известны и так называемые *m⁵C*-связывающие белки, которые, присоединившись в метилированных участках к ДНК, специфично аранжируют на ней весь ансамбль сложных белковых комплексов, контролирующих экспрессию генов. Слово «аранжировать» молекулярные биологи употребляют примерно в том же смысле, что музыканты и составители букетов: в основном сохраняя содержание и варьируя форму, изменять смысл и характер действия. Вот вам и «не играет роли»...

А если без всяких белков взять да проинкубировать ДНК с меченым по метильной группе S-аденозилметионом (донором метильных групп), то через некоторое время радиоактивность обнаруживается уже в составе ДНК в виде вновь возникших в ней остатков 5-метилцитозина и тимина (рис. 3). Так было открыто ферментативное метилирование ДНК. Интересно, что меченый тимин в ДНК обнаруживался при этом в гораздо более заметных количествах, чем *m⁵C*. Тем самым было выявлено, что неэнзиматическое метилирование ДНК в водном растворе сопровождается быстрым окислительным дезаминированием возникших остатков *m⁵C* с превращением их в остатки тимина. Это доказывало, что метилирование остатков цитозина в ДНК может приводить к C→T-транзиции (в результате чего пара GC превратится в пару AT), следовательно, остатки 5-метилцитозина — горячие мутационные точки. Это явление лежит в основе широко распространенного исчезновения (супрессии) некоторых (*CpG*)-последовательностей из генов и геномов разнообразных организмов. Супрессия *CpG* — один из магистральных путей природного мутагенеза и эволюции.

3

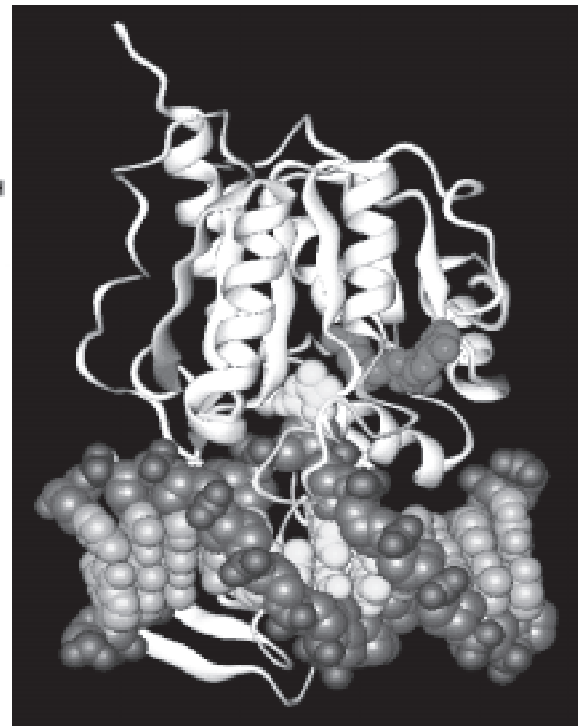
Неэнзиматическое метилирование ДНК.

Когда цитозин превращается в метилцитозин, «любовь» между ним и гуанином становится еще крепче (♥), но после дезаминирования и возникновения тимина на смену «любви» приходит «пиковый интерес» — основания больше не спарены. Это приводит к замене пары CG на пару TA, то есть к мутации

Коль скоро метилирование ДНК возможно, по-видимому, оно и было использовано появившимися в эволюции ферментами ДНК-метилтрансферазами. Эти ферменты умеют метилировать цитозинового или аденинового остатки не хаотично, как в предыдущем случае, а в строго определенных последовательностях. Далее эти ферменты я буду называть просто ДНК-метилазами.

На рис. 4 можно видеть, как лихо одна из бактериальных ДНК-метилаз расправляется с ДНК. Сначала фермент узнает подходящий участок ДНК, в этом месте ковалентно связывается с ней и буквально выворачивает цитозин наружу двойной спирали, насаживая на него метильную группу. Затем фермент отщепляется и модифицированное основание возвращается на место. Все эти подробности стали известны недавно благодаря блестящему рентгеноструктурному исследованию кристаллов ДНК-фермент нашими американскими коллегами (Айра Шильдкраут и другие). В свое время мы расшифровали одну из самых первых таких последовательностей ДНК у бактерий. Оказалось, что в клетках *Bac. brevis* ДНК-метилаза метилирует цитозинового остатки в последовательности (5') N' G C T G C N (3'). (Подчеркнут остаток, подвергающийся метилированию.) Позднее это было подтверждено в работах нобелевского лауреата Р.Робертса.

Метилирование ДНК у бактерий лежит в основе явления так называемой хозяйской рестрикции-модификации. Бактериофаг, выращенный в клетках того или иного штамма бактерии, приобретает хозяйскую специфичность: он способен заражать только клетки этого штамма, поскольку ДНК бакте-



4
Комплекс фермента цитозинового ДНК-метилтрансферазы с ДНК

риофага обработана ДНК-метилазами бактерии-хозяина и тем самым защищена от расщепления хозяйскими ферментами эндонуклеазами. Мы установили, что метилирование адениновых остатков у бактериофага T₂ и его хозяина *E. coli* действительно идет в одних и тех же последовательностях (это и значило, что над ДНК бактерии и фага, скорее всего, потрудился один и тот же фермент). Еще до этого мы убедились в том, что ДНК у разных бактерий метилирована по-разному, то есть была установлена штаммовая специфичность ее метилирования.

Это было только самое начало. Предстояло еще выяснить, какова химическая и биологическая специфичность метилирования ДНК у эукариотических организмов, в том числе у растений и животных.

О старении, раке и не только

Практически одновременно с А.Разиным (Израиль) мы установили, что в ДНК эукариот метилируются цитозинового остатки в двух типах симметричных последовательностей — *CG* и *CNVG* (здесь *N* — любой нуклеотид) (рис. 5). Тем самым была установлена природа химической специфичности метилирования ДНК у растений и животных. Что касается биологической специфичности метилирования ДНК эукариот, то мы уже знали, что оно неодинаково у разных видов. У некоторых беспозвоночных степень мети-



5
Химическая (сайтовая) специфичность
метилирования цитозина в ДНК эукариот

	Мол. %	
	5-метилцитозин	Н6-метиладенин
Вирусы (бактериофаги)	+	+
Бактерии	0,01–1,53	0,02–0,70
Водоросли	0,20–3,50	0,10–0,60
Грибы	+	0–0,5
Простейшие		0,3–1,0
Растения	2,0–10,0	0,3–1,0
Беспозвоночные	0,1–2,5	?
Позвоночные	0,7–3,5	+

6
Содержание минорных оснований в ДНК

лирования генома очень мала; например, у дрозофилы, как мы уже говорили, 5-метилцитозин долгое время вообще не могли обнаружить, а у позвоночных в ДНК он всегда выявляется в ощутимых количествах. В ДНК растений его уже вовсе нельзя назвать «минорным» основанием: часто по количеству он вполне сопоставим с цитозином (рис. 6). Кроме того, мы открыли тканевую (клеточную), субклеточную (органоидную) и возрастную разнокачественность метилирования ДНК у растений и животных.

Здесь будет уместно привести признание одного из наших американских коллег, Крейга Куни, плодотворно работающего в этой области знания и написавшего книгу «Магический метил» (Craig Cooney, «Methyl Magic», Andrews McMeel Publishing, USA, 1999). «Русские показали, что метилирование ДНК у животных уменьшается с возрастом. Это было интригующим указанием на то, что старение и уменьшение метилирования ДНК идут рука об руку. Означает ли это, что существует связь между старением клеток и уменьшением уровня метилирования ДНК? Скорее всего, да. Борис Ванюшин и его соавторы в Москве первыми показали еще в 1960 годах и опубликовали в 1967 году, что у горбуши уровень метилирования ДНК уменьшается с возрастом. Они же показали, что это происходит также и в большинстве органов у стареющих коров и крыс. Позднее несколько групп ученых в США и Японии обнаружили, что и у мышей при старении также уменьшается метилирование ДНК».

Теперь возрастное деметилирование ДНК стало вполне очевидным фактом, и некоторые исследователи даже склонны считать, что степень метилирования ДНК может служить биологическими часами, по которым возможно судить о возрасте и прогнозировать продолжительность жизни. Не исключено, что искажение метилирования ДНК приводит к преждевременному старению. Об этом надо помнить и, по крайней мере, не допускать в еде обычного у нас дефицита фолиевой кислоты и витамина B₁₂, которые, как известно, участвуют в образовании аминокислоты метионина — донора метильных групп в клетке.

Мы обнаружили, что в разных клетках одного и того же организма ДНК метилирована по-разному. Это позволило нам в 1970 году первыми заявить в журнале «Nature» о том, что метилирование ДНК регулирует экспрессию генов и клеточную дифференцировку. Наши работы привлекли внимание многих ученых у нас и за рубежом и послужили толчком к интенсивному исследованию метилирования ДНК в мире.

Между тем мы продолжали разбираться с метилированием ДНК почти «в гордом одиночестве». В последующие 10 лет мы установили, что даже в митохондриях и ядре одной и той же клетки ДНК метилированы по-разному. Оказалось, что характер распределения 5-метилцитозина по пиримидиновым блокам в митохондриальной и ядерной ДНК быка различен. Мы выделили цитозиновую ДНК-метилазу из митохондрий быка и показали, что



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

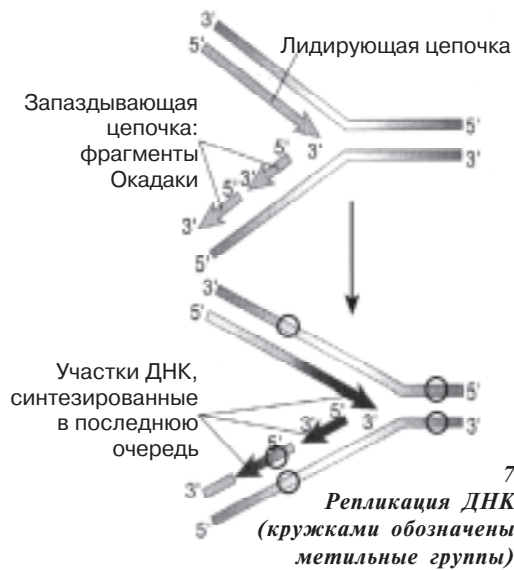
этот фермент метилирует цитозиновые остатки не в тех местах (последовательностях), что ядерный. Так в 1976 году была открыта субклеточная — органелльная специфичность метилирования.

Поскольку мы волей судеб оказались одними из первых, кто задался вопросом о роли метилирования ДНК, нам же пришлось и выбирать для работы биологические модели. Мы исходили из принципа, что если метилирование ДНК имеет какие-либо биологические функции, то оно само, скорее всего, не может оставаться равнодушным к этим функциям и должно специфично изменяться при их индукции. Так мы пришли к моделям «гидрокортизон — печень» и «обучение (память) — нейрон».

Действительно, оказалось, что после введения животному гидрокортизона в его печени сильно изменяется характер метилирования ДНК и при этом активируются разные гены. Как мы показали в 1977 году, изменяется характер метилирования и в нейронах (но не в других клетках мозга) при обучении — это было одно из первых указаний на участие генома в формировании памяти. У растений метилирование ДНК сильно изменяется при прорастании семян, при переходе к цветению и после заражения разными грибами и вирусами. Стало понятно, что инфекционные агенты могут тонко воздействовать на организм, подчиняя его своим «прихотям» путем модуляции метилирования хозяйской ДНК.

«Еще в 1977 году русские сравнили характер метилирования ДНК в клетках крови у нормальных и больных лимфолейкозом коров. В целом уровень метилирования ДНК у животных, больных этим видом рака крови, оказался ниже» (Craig Cooney, «Methyl Magic», Andrews McMeel Publishing, USA, 1999, p.44.).

Мы показали, что на фоне очень высокой ДНК-метилазной активности (то есть ферменты у больных животных были активнее, чем у здоровых) ДНК в лейкозных клетках по сравнению с нормальными в целом метилирована меньше, но палиндромные последовательности (перевертыши) в



этой ДНК, напротив, метилированы сильнее. При раковом перерождении клеток и тканей, гормональной индукции и старении у млекопитающих также изменяется метилирование повторяющихся последовательностей, причем в разных тканях по-разному. В 1978 году Н.Н.Бурцева в нашей лаборатории нашла в ядрах лимфоцитов у лейкозных коров по крайней мере две ДНК-метилазы, одна из которых резко отличалась по сайтовой специфичности от ферментов из клеток здоровых коров.

Все это позволило нам заявить, что нарушение метилирования ДНК — верный путь к раку. Теперь это стало общепризнанной истиной, получило подтверждение и развитие в работах С.Бейлина, П.Джонса, Р.Ениша (США) и других, а сведения о характере метилирования генов используют как ранний диагностический признак рака.

Меня часто спрашивают, что лучше: сильно или слабо метилированная ДНК? Мой ответ — ни то и ни другое:

она должна быть метилирована нормально. Когда мой коллега из Национального токсикологического центра США Лайонел Пуарье исключает из рациона аминокислоту метионин (источник метильных групп), у всех подопытных крыс через две недели неотвратимо развивается рак печени — гепатома. Но рак развивается и в том случае, когда у трансгенных мышей активирован ген человеческой ДНК-метилазы, что приводит к суперметилированию генома! В результате нокаута одного из генов ДНК-метилаза останавливается развитие эмбрионов шпорцевой лягушки и включается запрограммированная гибель клеток (апоптоз). Как ни крути, к метилированию ДНК нужно относиться с уважением и осторожностью.

К счастью, клетки могут регулировать этот эпигенетический сигнал. Как уже упоминалось, метилирование ДНК у животных контролируется гидрокортизоном. По нашим данным, его также модулируют антиоксиданты. Г.А.Романову в 1979 году удалось показать, что высокоочищенные дексаметазон-рецепторные комплексы из печени крысы специфично связываются с GC-обогатненными участками ДНК: этот самый первый намек на то, что в ДНК есть особые сайты связывания гормон-рецепторных комплексов (ГРК), оказался сюрпризом даже для отцов «империи гормонов» Джона Бакстера и Берта О'Мелли (США). Мы установили, что метилирование ядерной ДНК печени крысы ДНК-метилазой препятствует связыванию с ней гормон-рецепторных комплексов — ДНК становится «глухой» к призывам гормонов.

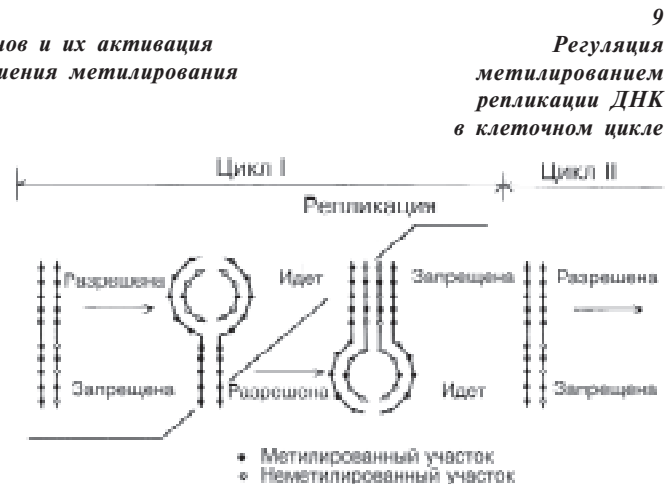
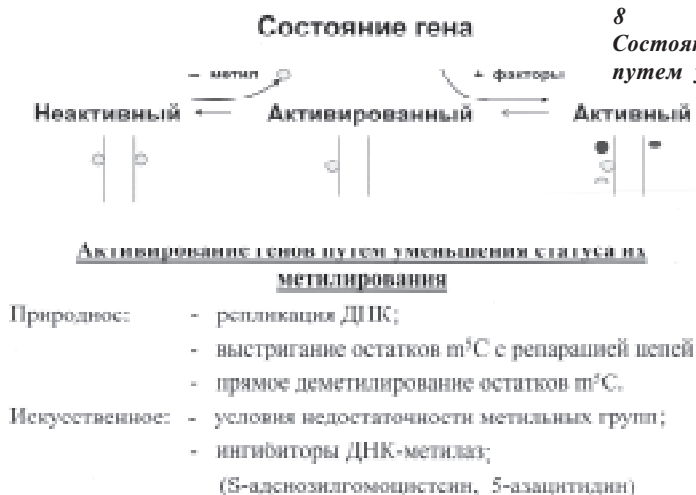
Растения также умеют управлять метилированием ДНК. В частности, нашими работами установлено, что под действием фитогормонов заметно уменьшается глобальное метилирование ДНК в клеточном цикле растений.

Так что же с наследованием?

Вопрос о том, когда и в какой степени метилируются ДНК в клеточном цикле у растений и животных, нас интересовал в особенности. Известно, что синтез одной из цепей ДНК при репликации двуцепочечных ДНК происходит непрерывно, а другой — прерывисто, с образованием относительно коротких фрагментов, которые затем сшиваются в одну непрерывную цепь (рис. 7). Мы задались целью выделить эти фрагменты и выяснить, метилированы ли они или нет. Оказалось, что при выращивании растительных и животных клеток в культуре, когда их концентрация в среде высока, синтез одной из цепей ДНК ограничивается образованием коротких фрагментов: лигирования (сшивания) не происходит. Эти фрагменты нам удалось получить в ощутимых количествах и изучить их метилирование. Они на самом деле представляли собой фрагменты, описанные японским ученым Оказаки. Так вот, мы выяснили, что фрагменты Оказаки метилированы как у животных, так и у растений — следовательно, метилирование начинается уже при «рождении» ДНК.

Но кроме этого, мы установили, что по степени и специфичности метилирования фрагменты Оказаки отличаются от лигированных интермедиатов репликации и от зрелой ДНК. В отличие от лигированной ДНК метилирование фрагментов Оказаки устойчиво к действию различных ингибиторов и не подавляется гормонами (ауксины у растений). Мы пришли к выводу, что в ядре имеется несколько ДНК-метилаз, которые обслуживают ДНК на разных стадиях репликации. Это полностью согласуется с современными данными.

Вместе с М.Д.Кирносом и Н.И.Александровичиной мы предложили и описали новый механизм природной ре-



гуляции репликации с помощью метилирования. Установлено, что в результате репликации у растений образуются полуметилированные дуплексы ДНК (как на рис. 8): одна цепь метилирована значительно сильнее другой. Эта асимметрия цепей уменьшается к концу клеточного цикла, и перед новой репликацией полуметилированные сайты становятся полностью метилированными. Репликация полуметилированных ДНК в клетке, по-видимому, запрещена, так как она привела бы к утрате эпигенетического сигнала. Много позже было показано, что такая регуляция репликации реализуется у бактерий.

Теперь стало более или менее понятным, как именно эпигенетический сигнал (характер метилирования) передается по наследству. При репликации возникают полуметилированные ДНК (как на рис. 9). В таком состоянии (рис. 8), по-видимому, и работает большинство генов в интерфазном ядре, то есть в течение всей жизни клетки между делениями. Перед очередным раундом репликации генома и делением клетки особые ДНК-метилазы, задача которых — поддерживать статус метилирования (их так и называют: поддерживающего типа), превращают полуметилированные сайты в полностью метилированные. 5-метилцитозин в одной цепи служит отличительным признаком и условием для метилирования цитозинового остатка в комплементарной цепи. После этого гены инактивируются (с них больше не считывается РНК), и разрешена репликация ДНК (рис. 8, 9).

Таким образом, характер метилирования ДНК наследуется! И это доказано уже многими опытами. Например, установлено, что обработка растений ингибитором метилирования ДНК — 5-азациитидином — приводит к наследуемому в нескольких поколениях сильному (иногда более чем на 30%) увеличению белковости зерна. Такое и не снилось генетикам и селекционерам. Обычно гены запасных белков сильно зарепрессированы, для прорастания и начального развития растения вполне достаточно того количества запасного белка, которое синтезируется при работе генов «вполсилы». Под действием 5-азациитидина ДНК деметилируется, и эти гены экспрессируются гораздо интенсивнее. Растению в принципе это и не нужно, зато нам — большая выгода: зерно, хлебушко наш насущный, особенно ценно для нас белком, а крахмал мы из картошки получим.

Не исключено, что неправильный, искаженный характер метилирования ДНК иногда наследуется прочно или даже навсегда. В одних случаях это

может быть благом, а в других — большим злом, горем, наследственными болезнями. Однако клетка всегда стремится вернуться к исходному, правильному «портрету» модификации ее генома, и у нее существуют особые тонкие механизмы для поправки таких ударов судьбы и среды. К сожалению, мы еще очень мало знаем об этих премудростях живого.

Как бы то ни было, сегодня доподлинно известно, что метилирование ДНК в клетке — не пустяк: оно контролирует все генетические процессы, в том числе такие, как транскрипция, репликация, рекомбинация, транспозиция генов, репарация, инактивация X-хромосомы (половая дифференцировка). Неудивительно, что к изучению этой небольшой энзиматической модификации генома приковано внимание многих исследователей.

Здесь речь шла лишь о метилировании цитозиновых остатков в ДНК. Недавно нам удалось показать, что у эукариот геном метилируется и по адениновым остаткам. А это еще зачем? Пока мы не знаем ответа, но предполагаем, что эта модификация также контролирует репликацию ДНК, а может быть, как у бактерий, она регулирует и экспрессию генов. Пока мы держим в руках лишь один из растительных ферментов, который метилирует адениновый остаток (внутренний А в последовательности TGATCA, предпочтительно у одноклеточных ДНК). По-видимому, этот фермент участвует в контроле за репликацией митохондриальных ДНК.

Что день грядущий нам готовит?

Думается, очень нелегкую научную жизнь, сулящую новые поиски и находки, горечь неудач и неописуемую радость познания.

Мы постарались здесь рассказать всего лишь об одном из эпигенетических сигналов, который затрагивает структуру ДНК и наследуется, но не закодирован непосредственно в геноме. Очень хочется принести извинения за частое упоминание наших работ. Такова уж судьба и роль перво-

проходцев; наряду с отрицанием по принципу «этого не может быть, потому что не может быть никогда» все же иногда приходит и заслуженное признание. В юбилейном для ДНК 2003 году цикл этих работ был отмечен в МГУ первой премией имени М.В. Ломоносова. Сразу же подчеркну, что эти исследования начаты вместе с моим учителем академиком А.Н. Белозерским и все они неразрывно связаны с его именем и с памятью об этом выдающемся ученом и удивительном, богатым душой и сердцем человеке.

После того как была раскрыта исключительная роль метилирования ДНК в жизни организмов, по сути дела, впервые произошла и материализация самой эпигенетики как отрасли знания, науки. Уверен, что в клетке имеются и другие системы эпигенетических сигналов, их много и они разнообразны. Важная роль в некоторых из них должна принадлежать не ДНК, а белкам, в том числе белкам хроматина. Говорят даже о «гистоновом коде». (Гистоны — белки, которые участвуют в структурировании хроматина — укладке нити ДНК в компактную хромосому. Часто их модификации «туда и обратно» — метилирование, фосфорилирование, ацетилирование, убиквитинирование без приставки «де» или с ней — определяют, будут ли гены активными или нет.) А ведь есть еще и множество негистоновых регуляторных белков, формирующих затейливые комплексы на ДНК, которые замалчивают гены или, напротив, запускают их в работу. Мы — на пороге расшифровки и этих любопытных сигналов. Однако это уже отдельная песня...

В начале статьи я упомянул, что век двадцатый был веком торжества генетики. Нет сомнений в том, что век нынешний по праву — век эпигенетики.



Дезоксирибону... и так далее

Е.Котина

Начало биографии ДНК не слишком романтично. Швейцарский врач Иоганн Фридрих Мишер, который в 1868 году выделил из ядер лейкоцитов гноя некое новое органическое вещество, конечно же не подозревал, что открыл Самую Главную Молекулу. Свою находку Мишер назвал нуклеином (от нуклеус — ядро). Он же шесть лет спустя установил кислотные свойства нуклеина сперматозоидов лосося. Позднее выяснилось, что в состав нуклеиновой входит также сахар дезоксирибоза (в отличие от другого похожего вещества, содержащего рибозу), и название еще удлинилось: дезоксирибонуклеиновая кислота. Знали бы первооткрыватели, как часто в XX веке будут повторять это слово, может, и придумали бы что-нибудь покороче. Материальную основу наследственности теперь на всех языках называют трехбуквенной аббревиатурой. Английская DNA, немецкая DNS, французская ADN — это все она же, ДНК.

Об открытии Уотсона и Крика, сделанном в 1953 году, в связи с недавним юбилеем этого открытия написано достаточно. (Например, в этом же номере журнала, в статье Б.Ф.Ванюшина, посвященной метилированию ДНК. Там же можно увидеть и формулы спаренных азотистых оснований — мы решили не рисовать их дважды.) К определению «жизнь есть форма существования белковых тел» пришлось добавить «и нуклеиновых кислот»: оказалось, что белки — материалы и машины, а ДНК — чертёж.

Волга впадает в Каспийское море, Земля вращается вокруг Солнца, а ДНК состоит из нуклеотидов. Каждый нуклеотид, кроме остатка дезоксирибозы, включает в себя остаток фосфорной кислоты и одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, тимин, цитозин. Фосфатная группа и делает ДНК кислотой; правда, в жидком содержимом клетки, богатом ионами, она представляет собой «дезоксирибонуклеиновую соль».

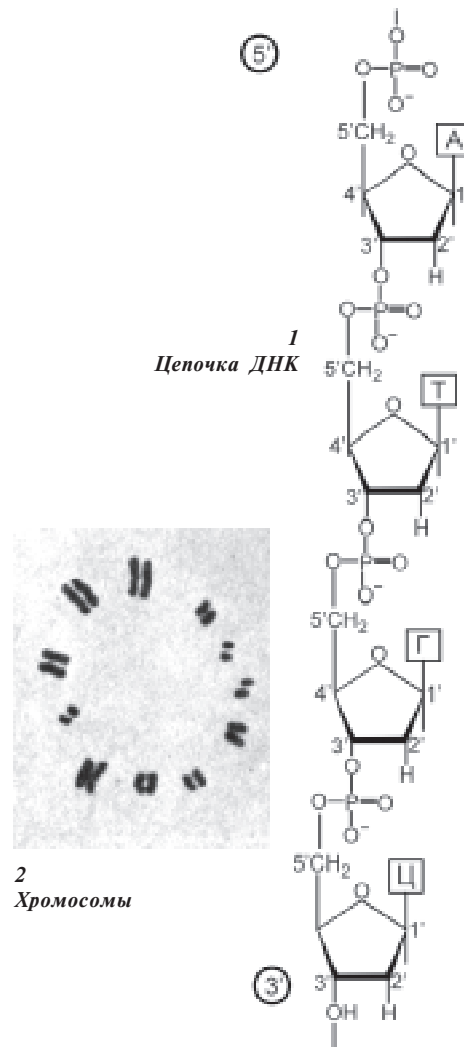
«Буквы» ДНК — это, собственно, только азотистые основания. Но любой химический «текст», который хранится в растворе, может быть записан только без отрыва руки — знаки должны быть ковалентно связаны, иначе запись просуществует недолго. Дезоксирибозы и

фосфаты соседних нуклеотидов последовательно соединяются и образуют каркас ДНК, над которым, как буквы над линией строки, возвышаются азотистые основания.

Сразу отметим, что без белков все же никуда. Столь сложный полимер, к тому же с определенной последовательностью мономеров, сам по себе возникнуть в растворе не может — только с помощью ферментативных реакций. Ферменты отвечают за синтез азотистых оснований, нуклеозидов (азотистое основание плюс дезоксирибоза), нуклеотидов, да и знаменитое матричное копирование ДНК происходит не само, а с помощью целой команды белков.

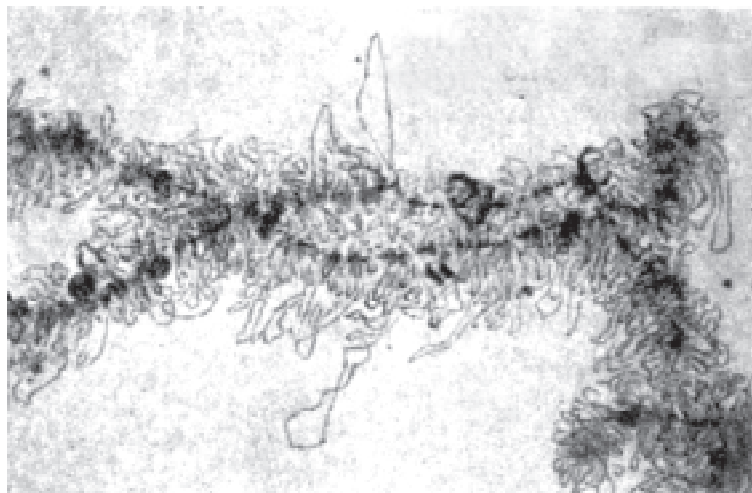
Клетка хранит ДНК в смотанном виде, опять-таки в комплексе с белками. Сначала спираль наматывается на специальные «катушки», каждая из которых образована восемью белками гистонами. Нитка с катушками скручивается в фибриллу, фибрилла уложена петлями, а уже петли образуют хромосомы, которые видны в световой микроскоп во время деления клетки. (Менее компактную укладку этих петель можно наблюдать на ДНК некоторых типов клеток: например, хромосомы типа «ламповых щеток» характерны для яйцеклеток.) Иначе и быть не может: длина ДНК, входящей в состав одной хромосомы, — десятки сантиметров (!), и, если эти путаные нитки не смотать как следует, их не удастся разделить между двумя новыми клетками.

С другой стороны, чтобы копировать ДНК, ее надо размотать. Для копирования цепи разъединяются, в двойной спирали образуется так называемая репликативная вилка. Каждая цепочка ДНК, как и положено осмысленному тексту, имеет начало и конец — читать ее полагается от 5'-к 3'-концу (такие обозначения пошли от атомов углерода в составе дезоксирибозы — цифрами без штрихов нумеруются углероды азотистого основания). Именно в таком направлении, от 5' к 3', растут новые цепи ДНК. Причем, поскольку цепи в спирали направлены противоположно, фермент ДНК-полимераза ползет по старой цепочке от 3' к 5'. Поэтому только одна из новых цепочек синтезируется сразу целиком, от начала до конца — вторая склеивается из кусочков, так называемых фрагментов Оказаки.



Склеиванием занимается фермент ДНК-лигаза. А чтобы ДНК-полимераза могла начать синтез очередного фрагмента, еще один фермент, РНК-праймаза, синтезирует коротенькие кусочки РНК — затравки, или праймеры, каждый из нескольких нуклеотидов. (Перед слиянием соседних фрагментов другая ДНК-полимераза заменяет РНК-участки на ДНК.) Кроме того, есть специальные белки, которые раскручивают двойную спираль на пути полимеразы, есть белки, которые предотвращают повторное соединение нитей. Есть ферменты, отвечающие за замену поврежденных нуклеотидов в цепочке... В общем, драгоценную наследственную информацию сохраняет и копирует такая мощная белковая машинерия, что удивительно, как мутации все-таки происходят!

Все сказанное выше касается митотического деления, за счет которого многоклеточные организмы растут. А есть еще мейотическое деление, при котором образуются половые клетки. В этом варианте парные хромосомы обмениваются фрагментами (читатель помнит, что геном у нас диплоидный — представлен двумя копиями, материнской и отцовской). После этого хромосомы расходятся по новеньким половым клеткам и ждут своего часа — оплодотворения. Таким образом, в каждом новом поко-



лении образуются новые комбинации генов.

Белки отвечают и за синтез молекул РНК, с которых, в свою очередь, считывается белок. Эта РНК называется матричной, мРНК. Полную расшифровку генетического кода провели М.Ниренберг и С.Очоа, эта работа была завершена в 1966 году. То, что код должен быть триплетным (один знак — три нуклеотида), впервые предположил Г.Гамов в начале 50-х. Из четырех нуклеотидов, как нетрудно подсчитать, возможно построить 64 триплета (кодона). Если каждому триплету поставить в соответствие аминокислоту, такого количества знаков хватит с избытком — различных аминокислотных остатков в белках всего 20, поэтому код вырожденный: одной аминокислоте соответствуют несколько кодонов. Кроме того, необходимы триплеты, кодирующие «пробелы», — это три так называемых нонсенс-кодона, или стоп-кодона. Им не соответствует никакая аминокислота, так что любой из этих кодонов обрывает синтез белка.

Нуклеотидный код одинаков практически у всех живых организмов: один и тот же триплет у бактерии, у цветка и у человека кодирует одну и ту же аминокислоту. Именно поэтому возможен перенос генов одного вида в геном другого. Некоторые нарушения универсальности кода обнаружены только у митохондрий. Эти органеллы живой клетки имеют, как известно, свою собственную ДНК, и ее «алфавит» немного отличается от того, который использован в хромосомной ДНК.

Интересный нюанс: по-русски «код» — система знаков для записи информации, а по-английски code может означать и запись, сделанную этими знаками. Русское слово означает шифр, английское — зашифрованное послание. Отсюда происходит чепуха вроде сообщения, что «в 2001 году расшифрован генетический код человека». На самом-то деле была расшифрована последовательность нуклеотидов в геноме человека, а код человека, такой же, как и у всех, расшифровали в 60-е. Просто кто-то очень быстро перевел с английского.

3
«Ламповые щетки».
Петли ДНК,
возможно,
освобождаются,
чтобы в них
могла идти
транскрипция



4
Репликативная вилка



МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

Но триплетные «тексты» занимают не столь уж большую часть генома. Остальное пространство, как и должно быть в хорошей книге, отведено на иллюстрации, заставки, вставки. Известно множество сигнальных последовательностей ДНК. Промоторы — это участки, которые узнает РНК-полимераза (точнее, РНК-полимеразы — их несколько): фермент садится на них и начинает синтез РНК с положенного места. Терминаторы — конечные останки, приказывающие ферменту завершить синтез и слезать с ДНК. Многие другие участки узнаются белками, которые облегчают или, наоборот, затрудняют присоединение РНК-полимеразы (все это нужно для тонкой регуляции активности генов). Есть последовательности, определяющие судьбу РНК, в состав которой они войдут, например время ее жизни в клетке, а значит, количество белка, который успеет синтезироваться на ее основе. Но все это вместе — тоже лишь малая часть генома.

Протяженные некодирующие последовательности эукариотического генома прежде называли паразитической ДНК, имея в виду, что она бесполезна для клетки и передается из поколения в поколение лишь за компанию с действительно нужными участками. Но теперь уже ясно, что эти иллюстрации к нуклеотидному тексту для чего-то нужны, хотя исполнены в чрезвычайно аб-

страктной манере. Например, повторяющиеся последовательности ДНК — не просто авангардная раскраска в полосочку. Впрочем, повторы ДНК — это отдельная большая тема.

В маленькой заметке немислимо рассказать все о ДНК. Чтобы узнать хотя бы самое важное, придется прочесть книгу. Читатели старше тридцати, вероятно, помнят изумительную книжку М.Д.Франк-Каменецкого «Самая главная молекула» (М.: Наука, серия «Библиотечка «Квант», второе издание вышло в 1988 году). Кто в свое время не купил ее или потерял, может зайти в интернет:

http://kvant.mccme.ru/au/frank-kameneckij_m.htm,
http://kvant.mccme.ru/1982/08/samaya_glavnaya_molekula.htm.

Но поскольку за полтора десятилетия в науке о ДНК произошли огромные перемены, полезнее будет дожидаться очередного издания. Только теперь это будет перевод с английского (издательский проект финансирует Российский фонд фундаментальных исследований). Автор «Самой главной молекулы» в настоящее время живет и работает в Америке, и так вышло, что именно зарубежные издатели заказали ему новую книгу о ДНК, в то время как с российской стороны заказа не поступило... Впрочем, будем надеяться, что у молекулы ДНК и у тех, кто ее изучает, все еще впереди.



Разные разности

Выпуск подготовили

О. Баклицкая,
М. Егорова,
М. Литвинов,
Е. Сутоцкая

Венера, ярко сверкающая в утреннем и вечернем небе, с давних пор завораживала людей. Однако увидеть поверхность этой планеты сложно, поскольку она закрыта плотными облаками. Лишь немногие снимки пришли к нам со спускаемых аппаратов, и пока наиболее удобной возможностью для астрономов разглядеть нашу соседку — использовать орбитальные спутники с радаром.

Самые обширные сведения о Венере были получены с помощью аппарата «Магеллан», работавшего на орбите с 1990 по 1994 год. Изображения планеты удивили ученых: она оказалась покрыта лавой и вулканами. Еще больше озадачили необычайно яркие горные вершины. Планетологи выдвинули несколько гипотез — от присутствия на них рыхлого грунта до покрытия из металлов.

В последнем случае было предложено такое объяснение. На низких, более горячих участках поверхности металлы испаряются, а на более высоких и прохладных пары конденсируются, образуя тонкий металлический слой. Исследователи Л.Шейер и Б.Фигли из университета в Сент-Луисе (США) разработали модель и провели подробные вычисления, имитирующие события на Венере. Они сделали расчеты для 660 возможных металлов и их соединений и сопоставили модели с опытными данными. Получилось, что на вершинах должен выпадать «иней» не из теллура, как предполагали вначале, а преимущественно из свинца и висмута. По оценкам ученых, он оседал от нескольких сотен до нескольких тысяч лет. Если удастся получить образцы этой металлической крошки, то можно многое узнать о происхождении Венеры и ее возрасте, но это дело будущего («BBC News», 2003, 25 ноября).



Волны, набегающие на берег, постепенно разрушают его. В результате формируется классическая береговая линия. Независимо от исходной формы, она приобретает изрезанные очертания. Сейчас такие линии называют фракталами.

Наука о фракталах появилась в 60-х годах прошлого века. Одна из особенностей подобных структур в том, что их вид воспроизводится при любых изменениях масштаба. Однако Б.Саповаль из Политехнической академии в Палазье (Франция) считает, что никто еще не объяснил, почему к таким объектам относятся берега. На самом же деле все просто. Более рыхлые участки берега размываются быстрее. Образующиеся неровности разбивают набегающую волну на более мелкие, и ее разрушительная сила уменьшается. Фрактальные очертания дают наибольший гасящий эффект.

Чтобы проверить эту гипотезу, ученые построили компьютерную модель береговой эрозии. В ней берег представлен сеткой, ячейки которой в случайном порядке «заполнены» различными материалами с разной стойкостью к выветриванию и сколам. Степень эрозии зависит от того, насколько волны гасятся рельефом. Поэтому авторы работы предположили: чем сильнее изрезана линия берега, тем эффективнее затухает сила волн.

В ходе компьютерного моделирования ученые наблюдали, как прямая линия берега превращалась в неровную, попутно образуя множество островков. Берег с фрактальными очертаниями, который получился в итоге, выглядел вполне реалистично.

Предложенная модель не учитывает некоторых важных процессов, в частности выноса осадков реками. Однако исследователи полагают, что им удалось воспроизвести главное в формировании береговой линии («Nature News Service», 2003, 26 ноября).



Ученые из Северо-Западного университета (США) уверены, что дозированный стресс продлевает жизнь и в этом участвуют шапероны. Эти белки следят за правильностью сборки других белков, образующихся в клетках, и помогают исправлять ошибки, которые случаются при этом. Стресс может вызвать повышенная температура, недостаток кислорода, бактериальные и вирусные инфекции, токсины. Эти факторы повреждают белки, и, если испорченные молекулы накапливаются в организме до какого-то критического уровня, могут возникнуть нейродегенеративные заболевания, например болезни Паркинсона или Альцгеймера.

Порче белков противодействуют шапероны. «Краткосрочное воздействие стресса, вызванного окружением или физиологическими причинами, высвобождает большое количество молекул шаперонов, которые отслеживают появление поврежденных или неверно собранных белков», — считает один из авторов работы, Р.Моримото. Белок, называемый фактором теплового шока, обнаруживает стресс и включает гены, ответственные за производство шаперонов.

Моримото и его коллеги работали с круглым червем *Caenorhabditis elegans*. Его геном известен, а основные биохимические процессы во многом совпадают с человеческими. В ходе экспериментов исследователи выяснили: когда фактора теплового шока вырабатывалось недостаточно, продолжительность жизни снижалась, когда же его производство превосходило норму, жизнь становилась намного дольше. Это служит доказательством того, что фактор теплового шока благотворно воздействует на организм в целом, а работает он примерно одинаково у всех живых существ, населяющих Землю («EurekAlert!», 2003, 10 декабря).



Соленость океанических вод в тропиках и полярных районах меняется. Это может привести к тому, что круговорот воды в природе изменится, вызывая продолжительные засухи в тропических странах и похолодание с обильными осадками в верхних широтах.

Р.Карри и Р.Диксон из Великобритании вместе с Игорем Яшаевым из Канады изучали соленость Атлантического океана от Гренландии до мыса Горн — крайней точки Южной Америки. Оказалось, что свойства водных масс Атлантического океана за последние полстолетия значительно изменились. В тропиках и субтропиках вода океана стала значительно солонее, а в высоких широтах — более пресной. Похоже, эти перемены ускорились с 1990 года, когда началось самое теплое десятилетие после 1861 года. Скорость испарения в тропиках за 40 лет увеличилась на 5–10%.

Эти цифры говорят о том, что пресной воды вблизи экватора становится меньше. Она переходит в атмосферу и выпадает в северных широтах, вызывая обильные дожди и наводнения. Циркуляция океана не компенсирует эти изменения. Последствия могут быть тяжелыми. Сейчас теплые зимы в Европе сохраняются благодаря Гольфстриму. Если вода в Северной Атлантике станет более пресной и легкой, Гольфстрим уже не сможет добраться до Европы. Значит, надо ждать очень холодных зим. Анализ льда, глубоководных осадочных пород и другие геологические факторы указывают на то, что за историю Земли подобное случалось несколько раз и приводило к сильному похолоданию в Северном полушарии.

Таяние ледников и морского арктического льда — следствие глобального потепления и дополнительный источник пресной воды в Северной Атлантике — только усугубляет положение («EurekAlert!», 2003, 17 декабря).

Предполагается, что из мастерской Антонио Страдивари (1644–1737) вышло 1100 инструментов — скрипок, альтов, виолончелей, гитар, однако до наших дней дошло около 600. Скрипки Страдивари и сегодня считаются лучшими. Самая известная из них — «Мессия» — была создана в 1716 году.

В чем секрет этих инструментов? Принято считать, что кремонские мастера пользовались секретными веществами или технологиями. Возможно, они готовили специальный лак или брали очень старую древесину, по-особому высушивали ее или чем-то обрабатывали.

Американские исследователи Л.Беркл из Колумбийского университета и Г.Грисино-Майер из Университета штата Теннесси уверены, что ответ следует искать на Солнце. Страдивари родился за год до начала так называемого минимума Маундера — периода с 1645 по 1715 год, когда на нашем светиле практически не было пятен и не наблюдали знаменитый 11-летний цикл изменения солнечной активности. Наступил «малый ледниковый период», и в Западной Европе установилась чрезвычайно холодная погода. Температура упала на 0,5–2°C. Свидетельством тому служат годовые кольца деревьев, растущих в альпийских высокогорных лесах. По этим кольцам видно, что в тот период рост деревьев замедлился. Древесина стала плотнее, при этом ее акустические свойства улучшились.

Скрипичные мастера знали, что от выбора дерева зависит звук инструмента. Клен предпочтительнее для обечайки (боковой стороны), шейки и нижней деки, ель — для верхней деки. Страдивари и его коллеги из Кремоны, скорее всего, использовали древесину с юга итальянских Альп. Она обладала уникальными свойствами благодаря природным условиям, которые с тех пор больше ни разу не повторились («BBC News», 2003, 17 декабря).

В Хорватии, в местечке Виндия, в слоях земли давностью 42–38 тысяч лет недавно обнаружили фрагменты черепа неандертальца. Анализ показал, что обитатели Виндии были изящнее, чем обычные ширококостные неандертальцы. И.Янкович из Института антропологических исследований в Загреб (Хорватия) считает, что неандерталец и современный человек могли контактировать, но были ли у них общие дети, точно установить пока нельзя.

Считается, что современный человек появился в Африке и оттуда расселился по Европе, вытесняя неандертальца. Сравнение их ДНК не обнаружило никаких признаков скрещивания. Доктор Дж.Ахерн из университета в Вайоминге, который руководил работой на заключительной ее стадии, предполагает, что процесс вытеснения современным человеком неандертальца весьма сложен. Останки самых первых кроманьонцев из Центральной Европы часто имеют характерные черты неандертальцев. Однако у современных европейцев эти черты встречаются редко.

Неандертальцы появились в Европе около 230 тысяч лет назад и доминировали на континенте до появления людей с современной анатомией. Они были искусными охотниками, приспособленными к климату ледникового периода.

По мнению доктора Ахерна, неандерталец и современный человек из Африки развивались одинаково под влиянием общих явлений окружающей среды, например резких изменений климата. Вполне вероятно, что в момент появления соперников неандертальцы, пребывая на пике своего культурного и технологического развития, начали использовать лук со стрелами для охоты и гарпун для рыбной ловли. Все это говорит о развитии мышления («BBC News», 2003, 24 декабря).

В морях и океанах полным-полно полимера хитина, прочного и легкого, из которого изготовлены панцири членистоногих. По общей массе хитин занимает второе место среди природных полимеров, уступая лишь целлюлозе: морские обитатели производят его около ста миллиардов тонн в год.

В основном этот трудовой подвиг совершают не крупные ракообразные — омары, langусты и крабы, и даже не креветки, а крошечные планктонные рачки-копеподы. Когда хитиновый панцирь становится этим крошечкам мал, они сбрасывают его и, пока формируется новый, успевают немного подрасти. А ненужная одежда опускается на дно. Если бы такие остатки накапливались, то за 50–75 лет все атомы углерода и азота в море оказались бы заключенными в залежи хитина. Однако этого не происходит, поскольку за дело берутся бактерии: они разрушают хитин и питаются его обломками.

До недавнего времени было непонятно, как микробы находят полимер. Они умеют отыскивать источник растворимых питательных веществ и подплывать к нему поближе, однако хитин нерастворим. С.Роземан, профессор биологии в Крайгеровской школе искусств и наук при Университете Д.Гопкинса, вместе со своим ассистентом Х.Ли разобрался в сути этого явления. Бактерии, даже когда голодают, выделяют в воду фермент хитиназу. Он разрушает хитин, оказавшийся рядом. Продукты распада растворимы и оказываются в воде. Когда микробы улавливают их при помощи специального белка, у них активируется комплекс генов, помогающих найти пищу. Они начинают двигаться туда, где такких молекул больше, — так собака ищет мясо по запаху. Наконец, микробы разыскивают скорлупку рака, садятся на нее и начинают пировать («Newswise», 2003, 30 декабря).



В прошлом году исполнилось 100 лет со дня рождения нашего замечательного соотечественника О.В.Лосева. С его именем связано открытие электролюминесценции полупроводников — принципа работы светодиодов. Редакция обращает внимание читателей на эту статью — редкий пример того, каким тщательным и объективным должен быть анализ вопросов приоритета. Вопросы сложных и часто отягощенных, мягко говоря, внеучными факторами...

Доктор технических наук
Ю.Р.Носов

СВЕТ из карбида кремния

1
Олег
Владимирович
Лосев



Юность «тверского Ломоносова»

Олег Владимирович Лосев родился 10 мая 1903 года в Твери и еще в детстве обнаруживал любознательность, тягу к физике и технике, склонность к самостоятельному экспериментированию. Вдобавок ему везло на встречи с замечательными людьми. Учителем физики в его школе был В.Л.Левшин, который позже стал сотрудником Московского университета, затем ФИАНа и в 1923 году в соавторстве с С.И.Вавиловым опубликовал приоритетную статью по нелинейной оптике. Во время Первой мировой войны в Твери была сооружена военная «Радиоприемная станция», и после того, как в 1917 году школьник Олег попал на публичную лекцию о беспроводном телеграфе, он стал там часто бывать, увлекся радиотехникой. При радиостанции на энтузиазме ее сотрудников сформировалась внештатная вакуумная лаборатория, которую возглавил М.А.Бонч-Бруевич — будущий профессор и мэтр электроники, а в ту пору энергичный и высокообразованный офицер-электротехник. В лабораторию наведывался из Москвы бывший учитель Бонч-Бруевича профессор В.К.Лебединский, известный специалист в области естественных наук, талантливый популяризатор и пропагандист, просветитель по на-

туре. Опытный педагог сразу же разглядел призвание Лосева.

В 1918 году была организована Нижегородская радиолaborатория (НРЛ) — фактический первый отечественный НИИ. Туда перебрались тверские радиотехники, вскоре директором лаборатории стал М.А.Бонч-Бруевич, а седьмого ноября НРЛ отпартовала о разработке первой российской приемно-усилительной радиолампы ПР-1 (пустотное реле, тип 1). Второго декабря 1918 года «Положение о радиолaborатории с мастерской» подписал В.И.Ленин, подтвердив особое отношение власти к радио. Нижегородская радиолaborатория просуществовала до 1928 года и вписала первую яркую страницу в историю советской радиоэлектроники.

О.В.Лосев в 1920 году окончил школу, отправился в Москву и поступил в Институт связи, но с учебой у него не сложилось, и еще до своего 19-летия он оказался в НРЛ, причем в лаборатории В.К.Лебединского. Зав. лабораторией был одновременно председателем совета НРЛ, руководителем научного семинара и главным редактором двух журналов: серьезного «Телеграфия и телефония без проводов» и популярного «Радиотехник». Так что Лосеву повезло: он оказался в самом центре радиотехнических свершений страны, в атмосфере непрерывного поиска и творчества.

От детектора до кристадина

У него был свой участок работы — кристаллические детекторы. Несмотря на прогресс радиоламп, детекторы оставались единственным элементом входной цепи радиоприемника, обеспечивающим выделение радиосигнала. От них тогда зависела чувствительность радиоприемника, стабильность его работы и долговечность. Приступая к исследованию и совершенствованию детекторов, Лосев поставил перед собой и некую сверхзадачу, о которой, к счастью, не посоветовался с руководителем.

Недостаток знаний не всегда недостаток — нередко благодаря ему появляются открытия, была бы удача. Лосев исходил из принципиально ошибочной посылки: «Некоторые контакты между металлом и кристаллом не подчиняются закону Ома, вполне вероятно, что в колебательном контуре, подключенном к такому контакту, могут возникнуть незатухающие колебания». В то время уже было известно, что для самовозбуждения недостаточно одной лишь нелинейности вольт-амперной характеристики, обязателен падающий участок (как в туннельном диоде), — однако Лосев этого не знал. Удивительно, но у некоторых кристаллов он обнаружил искомые активные точки, обеспечивающие генерацию высокочастот-



ных сигналов. Особенно эффективной оказалась пара «цинкит–угольное острие» (цинкит — это окись цинка). Статья о детекторе-генераторе и детекторе-усилителе появилась в журнале «Телеграфия и телефония без проводов» в июне 1922 года. К чести Лосева отметим: в ней он уже указывает, что у вольт-амперной характеристики контакта обязательно должен быть падающий участок. Лосев довольствовался гипотезой: при достаточно большом токе в зоне контакта возникает некий электронный разряд наподобие вольтовой дуги, но без разогрева. Этот разряд и закорачивает высокое сопротивление контакта, обеспечивая генерацию. Похоже, долгое время ему казалось, что процесс протекает в атмосфере над поверхностью кристалла.

О какой-либо конкуренции с ламповой электроникой как генеральным направлением пока не могло быть речи, но практическое значение открытия и без того было огромным. Мало того что радиоламп не хватало и они были дороги, им еще и требо-

вался высоковольтный источник питания, а схема Лосева могла работать от трех-четырёх батареек для карманного фонарика. Оказалось также, что приемники с детектором-генератором могут работать в гетеродинном режиме, который был в то время последним словом радиотехники (в этом режиме происходит смешение сигналов двух частот). Поэтому безламповый приемник Лосева называли кристадином (кристалл + гетеродин).

В 1924–1926 годы популярные брошюры о кристадине расходились массовыми тиражами, несколько переводов появилось на английском и немецком языках. Очень скоро, используя детекторы-генераторы, радиолюбители начали делать и радиопередатчики, пригодные для связи на несколько километров.

Лосев навсегда сохранил живой интерес к радиотехнике. В то же время отметим, что «время кристадина» ограничилось 20-ми годами, постепенно он сошел со сцены, оставшись лишь одной из ярких страниц истории техники.

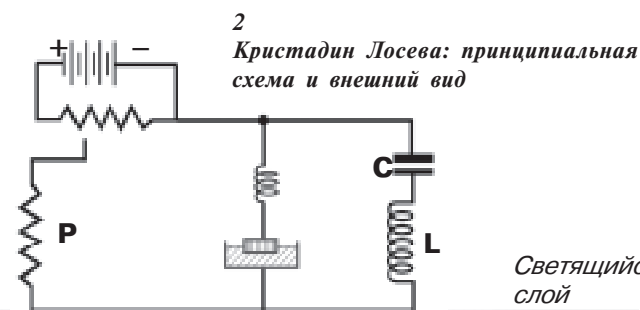
Lossev-light

Открыв явление генерации, Лосев начал экспериментировать с различными детекторами, пытаясь при этом понять механизм явления. Он полагал, что, «может быть, имеется «электронный газ» на малых расстояниях от поверхности вещества», и начал рассматривать приконтактную область в микроскоп, надеясь увидеть разряд. У цинкитных детекторов разряда не было, зато выяснилось, что «в кристаллах карборунда можно даже наблюдать в месте контакта слабое зеленоватое свечение». Это было в январе 1923 года, но тогда Лосев, увлеченный кристадином, карборундовые детекторы отодвинул в сторону (у них не возникало отрицательное сопротивление); тем не менее о свечении не забыл и с 1927 года занимался им специально.

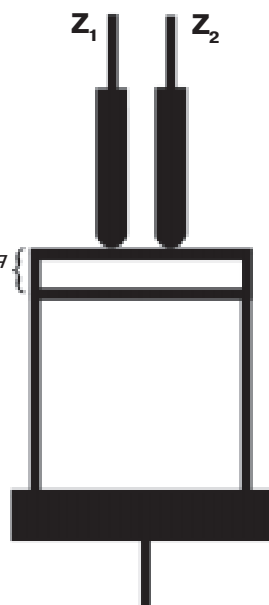
В 1928 году НРЛ была передана в Ленинградскую центральную радиолaborаторию (ЦРЛ), которая, в свою очередь, беспрерывно реорганизовывалась, строилась и оснащалась. Вывески менялись, а Лосев занимался одним и тем же — полупроводниками. Однако после того, как тематика резко сузилась, он был вынужден уйти на кафедру физики Первого медицинского института.

В ленинградский период своей работы Лосев оказался на расстоянии нескольких трамвайных остановок от Мекки физиков-твердотельщиков той поры — Физико-технического института, который возглавлял академик А.Ф.Иоффе. В результате постоянного общения с его сотрудниками деятельность Лосева поднялась на качественно новый уровень — из кустаря-радиолюбителя он превратился в блестящего физика-экспериментатора, вставшего практически вровень с лучшими физтеховцами, такими, как братья И.В. и Б.В.Курчатовы, П.П.Кобецко, К.Д.Синельников, Л.И.Русинов; В.П.Жузе стал его другом. Лосев свободно обращается с терминами квантовой теории, цитирует А.Эйнштейна, Л.Бриллюэна, десятки других авторов.

В его исследовании свечения карборунда появляются обстоятельства,



Светящийся слой



3
Зондовая техника в экспериментах Лосева



планомерность, широта, попытка теоретического обобщения. Кроме очевидных электрических воздействий (изменение полярности, силы тока, напряжения) он исследует инерционность процесса, воздействие температуры, магнитного поля, природы приконтактной среды и т. п. В зарубежной литературе начинает употребляться термин «свечение Лосева», «Lossev-light».

Постепенно Лосев пришел к адекватному пониманию процессов, обуславливающих свечение: в микроскопической зоне под контактом при действии сильного электрического поля возникает холодный разряд и ускоренные электроны ионизируют атомы, порождая новые электроны. По современным представлениям, в его опытах проявлялась инжекционная и предпробойная люминесценции.

Наблюдение свечения карборунда стало мощным методологическим оружием в арсенале Лосева: в 1938–1939 годы он, возможно, был первым в мире, кто буквально увидел р-п-переход и экспериментально доказал его значение в выпрямлении тока (сегодня об этом фактически забыли). Используя технику косоугольного шлифа и зондовые измерения, он обнаружил, что спонтанно образующиеся в карборунде приповерхностные области р-типа имеют толщину около 10 мкм. Лишь незнание зонной теории полупроводников помешало Лосеву представить свое открытие люминесценции в терминах современной физики.

Времена не выбирают

Знакомясь с трудами ученого, мы часто абстрагируемся от всех тех обстоятельств, которые существуют за окнами его лаборатории и кабинета. А ведь ученый находится не в башне из слоновой кости, не витает в облаках, реалии жизни не обходят его стороной — они отражаются на его научной деятельности. Время Лосева, события и люди, окружавшие его, удивительны. Он пришел в НРЛ, когда только что закончилась Гражданская война, в стране царил разоруженный голод, в Поволжье еще и свирепствовал страшный голод. Родственников в Нижнем не было, жилья ему не предложили, и он поставил кровать на предчердачной лестничной площадке. Пищу ему готовила сердобольная уборщица, обычно это был горшок гречневой каши на три дня. А работал, как и все, с 9 утра до ночи, нередко и ночью — тогда было меньше помех. По меткому замечанию Б.А.Остроумова, в то время радиотехника была «наушниковая» — мощности сигналов не хватало для тогдаш-

них несовершенных измерительных приборов, и телефонные наушники (в сочетании с ухом) являлись самым чувствительным из индикаторов. Соответственно, надо было тренировать слух. А когда Лосев перешел к светотехническим исследованиям, его инструментом стало и зрение. Ему требовалось точно определить красную границу спектра, и он подолгу сидел в темноте, повышая чувствительность глаза.

Коллеги Лосева отмечают его оптимизм и жизнерадостность, он с удовольствием пел, неравнодушен был к живописи и поэзии. Любил дальние пешие прогулки «на природу», только времени не хватало. Возвышенно-романтически относился к женщинам, правда, без ответного понимания — два его брака оказались неудачными. Его отец оставил семью в нижегородский период жизни Олега, и всю свою любовь сын сосредоточил на матери.

Кроме уже упомянутых профессоров среди его коллег в НРЛ были прославившиеся позднее Д.А.Рожанский, А.М.Кугушев, Н.Н.Пальмов, А.А.Пистолькорс. Последний изобрел одну из самых распространенных телевизионных антенн. Он был на семь лет старше Лосева и прожил долгую жизнь — до 1996 года, — интересно, с каким чувством он ходил по городу и поглядывал на крыши домов? На каждой крыше его антенна... Близким другом Лосева был его ровесник Д.Е.Маляров — один из изобретателей многорезонаторного магнетрона, основы тогдашней радиолокации, ныне — сердца любой микроволновки. В ЦРЛ Лосев мог общаться с Л.И.Мандельштамом, Н.Д.Папалекси, А.А.Расплетиним, А.Н.Щукиным, В.Н.Сифоровым.

Современники отмечают исключительную порядочность и скромность Лосева, на фотографиях он сосредоточенно-замкнут, на групповых — непременно сзади; за двадцатилетнюю карьеру он «вырос» от рассыльного в НРЛ до ассистента кафедры Медицинского института, так что рассчитывать мог лишь на свою голову и свои руки. Ничего не стяжал, кроме мирового признания, — в письмах «оттуда» его величали профессором, хотя лишь в 1938 году по инициативе и при поддержке А.Ф.Иоффе ему без защиты присудили степень кандидата физико-математических наук.

О годах, проведенных Лосевым в НРЛ и ЦРЛ, есть пространные воспоминания коллег, о дальнейшей его работе известно меньше. Часть исследований по фотоэффекту он проводил в ФТИ, имеются групповые физтеховские фото, на которых мы видим и Лосева; но штатным сотрудником он

не был. В статьях последних лет он неизменно выражает благодарность А.Ф.Иоффе, академик в своих книгах тоже всегда упоминал Лосева и его открытия. Похоже, однако, что действенного научного руководства Лосев не имел. Исследования фотоэффекта, которые после создания медно-закисного фотоэлемента стали всеобщей модой, захватили и Лосева, но фактически лишь отвлекли исследователя от его собственного пути.

Альтернативная история

Мог ли Лосев стать изобретателем транзистора? Вопрос не праздный, ибо в какой-то степени касается общих проблем становления отечественной полупроводниковой электроники. Первый патент на транзистор (приоритет — 1948 год) получили экспериментатор У.Браттейн совместно с теоретиком Дж.Бардином. Они оба, а также У.Шокли стали лауреатами Нобелевской премии за открытие транзисторного эффекта (1956 год); все трое — американцы. Между тем фигура Лосева кажется одной из самых подходящих на эту роль не только у нас, но и во всем мире. Изобретательностью и одержимостью он не уступал Браттейну, способностью обстоятельно и планомерно проводить сотни однотипных рутинных опытов был подобен М.Фарадею, его интуиция удивляла всех. Выросший как радиотехник и преданный этой области навсегда, Лосев разглядел бы полезный для нее новый прибор, какими бы замысловатыми характеристиками тот ни обладал (порукой тому — история кристадина). И уж если бы посчастливилось открыть эффект, мимо не прошел бы, как это не раз случалось с отечественными исследователями.

Схема эксперимента Лосева по наблюдению свечения в середине 30-х годов — совсем как будущий точечный транзистор Браттейна: кусочек полупроводника с омическим контактом внизу и двумя иглочками на верхней поверхности. Будь у него тогда на примете германий или кремний даже не очень высокой чистоты, транзистор появился бы лет на десять раньше. Но никто не подсказал.

Главенствующая в стране полупроводниковая школа сосредоточилась на проблеме малой энергетики — возникновении и использовании термо- и фотоЭДС. При этом вместо планомерных исследований зачастую просто пробовали наугад: перебирая множество веществ, авось наткнемся на такое, которое обеспечит высокую эффективность



преобразования. Разумеется, не наткнулись. Между тем к концу 1930-х годов зонная теория полупроводников уже стала путеводной звездой ведущих экспериментаторов мира. Она объясняла зависимость свойств от ширины запрещенной зоны, количества и природы примесей, роль неосновных носителей, механизм выпрямления и т. п. В 1939 году в рабочем журнале У.Шокли уже появился эскиз-набросок будущего полевого транзистора.

Однако нашими мэтрами задача поиска твердотельного усилителя и переключателя даже не формулировалась, самоучка Лосев ее поставить не мог, хотя мог бы решить, окажись с ним рядом «русский Бардин». Но — не случилось. Заметим, что творцами практически всех оригинальных полупроводниковых приборов (транзистора, гетеролазера Алферова, туннельного диода Эсаки, диодов Ганна и Джозефсона, магнитодиода Стафеева) были физики высшей квалификации; изобретатели и технологи стояли рядом, но первыми не были.

Не была фактически поставлена и задача получения сверхчистых, совершенных, необходимыми добавками легированных полупроводниковых кристаллов, а без этого транзистор создать невозможно. Уже в послевоенные годы группам А.В.Красилова и С.Г.Калашникова, организованным для разработки кремниевых и германиевых детекторов, пришлось начать с изготовления полупроводников; металловеды подключились к проблеме много позже.

Временные рамки наших рассуждений об альтернативах узки. Последние статьи Лосева выходят в «Докладах» (1940) и «Известиях Академии наук» (1941). Когда началась война, Лосев не эвакуировался. Полная самоотдача институтским делам, холод и голод сделали свое дело: 22 января 1942 года на 39-м году жизни Олег Владимирович Лосев скончался от истощения в блокадном Ленинграде

Спустя три четверти века

Как можно теперь оценить открытия Лосева? Американский физик Г.Дестрио, который обнаружил свечение порошкообразного сульфида цинка в переменном электрическом поле («эффект Дестрио»), назвал свечение Лосева (и «свое» тоже) электролюминесценцией полупроводников. На Лосева ссылаются многие его современники, например Б.Клаус — он называл его «Лосев-Москва», подчеркивая страну приоритета. Позднее признали приоритет Лосева и высоко оценили зна-

чение открытого им явления патриархи оптоэлектроники и физики полупроводников Е.Либнер, Н.Холоньяк, Б.П.Захарченя. Непременно ссылались на Лосева и те, кто с середины 50-х годов на новом уровне понимания физики процессов занялись исследованием карбида кремния.

Этот материал, синтезированный впервые в 1886 году, применяли главным образом как порошкообразный абразив, но — и в электронике, для изготовления детекторов. По случайному стечению обстоятельств в друзах SiC образовывались монокристаллические чешуйки с очень совершенной структурой (именно на них Лосев наблюдал свечение р-п-перехода). В начале 50-х годов, в период «взрывного» интереса к полупроводникам, на SiC обратили особое внимание как на материал с очень широкой запрещенной зоной, который мог послужить основой для высокотемпературных диодов и транзисторов. Корейская война (1950–1953 годы) показала непригодность германиевых транзисторов для боевых условий — они «плыли» уже при 60–70°C, и увлечение «высокотемпературностью» стало повальным; тогда-то, кроме уже освоенного кремния, обратили взор на GaAs, SiC и другие материалы.

В 1955 году была предложена технология кристаллизации SiC из газовой фазы (метод Лели). Но каждый, кто начинал делать SiC-диоды, быстро переключался на исследование их люминесцентных свойств, и все они цитировали О.В.Лосева как первооткрывателя — например, К.Леховек, Л.Патрик и У.Чойки, Г.Ф.Холуянов. Это происходило благодаря тому, что Лосев публиковал свои исследования в общеизвестных английских и немецких научных журналах; жаль, что никто не подсказал ему опубликоваться в «Nature» — трамплине к мировой славе. Кстати, У.Чойки занялся карбидом кремния по рекомендации У.Шокли, шутившего в середине 1950-х годов, что «теперь настоящему ученому в германии и кремнии делать нечего». В 1970-е годы Чойки к высокой оценке Лосева начал неизменно добавлять: «Но он был не первый».

Дело в том, что в 70-е годы получила хождение ссылка на статью 1907 года (!) Г.Раунда о свечении карборунда. В известной монографии А.Берга и П.Дина «Светодиоды» (1976 год) об этой статье говорится как о «короткой, но впечатляющей серии опытов». И это справедливо: в письме редакторам, состоящем всего из 150 слов, Раунд сообщает о наблюдаемом им желтом, зеленом, оранжевом и синем свечениях карборунда в контакте с иглой при приложении напряжений (–10 В у одного-двух образцов и –100 В — у остальных). Делается предположение о возможной, пусть даже вторичной, связи явления с термоЭДС данной контактной пары. Воздадим должное Раунду — для 1907 года это замечательный результат. Однако утверждение Берга и Дина, что «явление люминесценции вызвало большой интерес с самого его открытия», не может быть принято всерьез: ни о тогдашней реакции на заметку Раунда, ни о последующей его деятельности достоверных известий нет. Увы, и ранние статьи Лосева (в 1922–1927 годах) не вызвали интереса.

Примечательна история обнаружения статьи Раунда. В 1970-е годы, когда приближалось 200-летие образования США, в атмосфере мощного патриотического подъема был проведен целенаправленный поиск национальных приоритетов в самых различных сферах. Статья Раунда — один из результатов этого поиска. А еще — демонстрация того, как надо бороться за приоритет страны.

Проблема приоритета

Общего рецепта по установлению приоритета открытий (не изобретений) нет, поэтому обратимся к истории. Ньютону приписывают честь открытия разложения белого цвета в спектр (1666 год): он осознанно и воспроизводимо продемонстрировал это на трехгранной призме, дал описание и объяснение явления в знаменитой «Оптике», а также показал, что оно является следствием более

общего эффекта дисперсии (1672 год). Но за несколько лет до Ньютона эксперимент с призмой поставил Ф.Гримальди, а кроме того, миллионы людей до них обоих обращали внимание на то, что в гранях хрустального бокала солнечный свет искрится всеми цветами радуги. Ньютон превратил многими замеченное явление в научный факт. Кстати говоря, и сам Ньютон в других случаях оказался «потерпевшей стороной»: он исследовал дифракцию и интерференцию света (кольца Ньютона) и фактически был первым, кто измерил длину волны, но история науки связывает эти явления главным образом с именем Т.Юнга (интерференция, 1802 год) и О.Френеля (дифракция, 1818 год). Подобных примеров множество. Говорят, что для науки в большинстве случаев значимо не то, кто первый сказал «а», а кто сказал это ясно и четко. И это кажется справедливым, хотя и не во всех случаях.

Сам Лосев, по-видимому, факт свечения карборундового детектора не рассматривал как открытие. В опыте 1922 года он лишь констатировал это и не стал подробно анализировать. В 1927 году в патентной заявке на «Световое реле» он высказывается прямо: «Предлагаемое изобретение использует общеизвестное свечение в карборундовом детекторе»

Наблюдение свечения, его воспроизводимое повторение, выявление основных свойств и физических представлений, наконец, достаточно полное опубликование результатов исследований и их признание научным сообществом — все это позволяет обоснованно утверждать приоритет О.В.Лосева в открытии электролюминесценции полупроводников.

Был ли Лосев автором-изобретателем светодиода? Он получил два патента на световое реле, где в предмете изобретения говорится о «применении в качестве модулируемого электрическим током источника света свечения в точке контакта карборундового детектора». Это использование известного, по мнению автора, явления, но не устройство нового полупроводникового прибора — светодиода, хотя в какой-то мере и близко к тому. По нашему мнению, изобретателем светодиода Лосев не был. Вообще же, приход науки к светодиоду представляется неким протяженным, не всегда прямым и порой прерывистым путем, которым шли многие: каждый, кто исследовал инжекционную люминесценцию, для своего эксперимента изготавливал или использовал светодиод. На стар-

товом этапе современной светодиодной техники выделяется Н.Холоньяк — в 1960–1961 годах он изготовил излучающие структуры на GaAsP, светившие в красной области спектра, и с 1962 года они некоторое время выпускались малыми сериями на фирме «Дженерал Электрик» (пионерские работы Н. Холоньяка в области светодиодов отмечены в 2003 году международной премией «Глобальная энергия», а также другими престижными премиями в предшествующие годы). Начиная с того же 1962 года мелкосерийное производство сплавных светодиодов на карбиде кремния, разработанных И.В. Рыжиковым, осуществлялось и у нас в стране. Они имели отличные импульсные характеристики в наносекундном диапазоне и применялись в технике физического эксперимента для калибровки счетчиков ядерных частиц. У них была очень низкая светимость и эффективность (что для указанного применения несущественно), и этот их порок неустраим: SiC-непрямозонный полупроводник. Поэтому последующие разработки карбидокремниевых светодиодов в нашей стране стали «потерей темпа» — они шли не в русле генерального направления, использующего полупроводники типа A^3B^5 и их твердые растворы.

Технологическая светодиодная революция конца XX века привела к тому, что современные полупроводниковые светодиоды перекрывают весь видимый спектр свечения, а эффективность преобразования составляет десятки процентов. Реальностью стала перспектива замены в ближайшем десятилетии традиционных светильников полупроводниками во всех сферах жизни. Это прекрасно иллюстрирует важность открытия нашего выдающегося соотечественника Олега Владимировича Лосева.

Автор благодарен за помощь в подборе материалов и полезные дискуссии О.Н.Дьячковой, Л.М.Когану, М.А.Новикову, В.М.Пролейко, И.В.Рыжикову, Ю.М.Таирову, Т.С.Чистовой.

Что

На столе лежит ручка. Мы ее берем и что-то пишем. Вопрос — что произошло бы, если б минуту назад на столе лежал карандаш? Можно сказать: это бред (мы-то знаем, что лежал карандаш), а можно — что это «альтернативная история». Кто так говорит — не утверждает, что в самом деле был карандаш, а спрашивают, что произошло бы, если б реализовалась ситуация, во всем подобная существующей, за исключением этой детали. В данном случае — надпись была бы сделана карандашом, только и всего. Разумеется, «эта деталь» не должна входить в физическое, химическое, биологическое и любое иное противоречие с остальным миром. Например, если человеку надо расписаться в ведомости, то карандаш на месте ручки недопустим.

Проблема непротиворечивости на самом деле довольно сложна. Что было бы сейчас, если б секунду назад на месте Луны оказалось Солнце? Дело не только в скорости распространения электромагнитного излучения и гравитации. Прогнозировать развитие невозможной ситуации может оказаться невозможным, потому что все законы науки, весь наш аппарат понимания и прогнозирования (это и есть наука) создавался путем исследования возможных ситуаций. Заметим, что не во всех системах это так — например, в шахматных задачах можно анализировать и некоторые позиции, которые не могли получиться в реальной игре. Девять пешек против чего-то там.

Однако получения некорректных позиций мы можем особо не опасаться по причинам психологическим. Люди, задавая себе и друг другу вопрос «что было бы, если б», всегда вносят в реальность небольшие вариации. И понятно почему — если заложить большую вариацию, то ничего нет странного, если и результат «не поместится в ванной». Когда Солнце перенесется на место Луны, снимется с повестки дня не только проблема замены ручки на карандаш, но и многие другие. Человек ищет в





Бывает альтернативным — кроме истории

РАЗМЫШЛЕНИЯ

мире нечто знакомое, поэтому вся так называемая альтернативная история занимается придумыванием больших последствий малых вариаций. Лишь в немногих статьях с неприкрытым цинизмом утверждается: на исход мировой войны насморк не влияет. Гораздо чаще авторы придерживаются диаметрально противоположной позиции. В недавно вышедшем сборнике эссе «А что, если бы?.. Альтернативная история» из 34 статей не более двух «невосторженных». Кстати: книга соединяет в себе интересные, хотя местами и поверхностно написанные статьи, интересные и информативные фактографические приложения и дурно пахнущие ксенофобные комментарии (ни кем не подписанные).

Альтернативная история формально включает в себя все, что было раньше. Однако на практике «альтернативные историки» интересуются событиями батальнополитическими, на худой конец — бытовухой. X промахнулся, и пуля просвистела над головой полковника Y, выиграли сражение другие... X умнее вел переговоры с Y, и Европу поделили иначе... Z попал под машину, и Англия проиграла войну... и так далее. Поэтому пусть альтернативные историки не будут в обиде, если мы предложим альтернативную науку и технику. В то утро у X начался насморк, он не пошел в лабораторию и не сделал открытие — это влечет или не влечет то-то и то-то, а это... и так далее. В этот вечер девушка Y позвонила своему другу Z, сказала, что она его любит, но мама плохо себя чувствует, поэтому встреча откладывается, Z остался в лаборато-

рии и сделал открытие, это влечет то-то и то-то... Если же говорить серьезно, то при построении последовательностей научных и технических результатов надо учитывать не только внутринаучные и внутритехнические следствия и причины (как развивать химию, если не изобретено стекло?), но и связь науки и техники, а также перекачку ресурсов (в том числе и умственных) в перспективные области. Что, возможно, делает ситуацию «неустойчивой в малом».

Другой вариант альтернативной науки — это не иная последовательность получения научных и технических результатов, а иные сами эти результаты, иное устройство мира. Мы имеем в виду не ауру, геопатогенные зоны, астрологию и прочую фэнь-шуй, а вполне серьезную физику. В ней может рассматриваться вопрос «что произошло бы, если какая-то из мировых констант была б другой?». Например, масса электрона или постоянная Больцмана. И оказывается, что сильно изменить константы нельзя — в «искаженном мире» не будут образовываться атомы, молекулы и т. д. Такой мир возможен, и собственно законы физики там будут те же, но в нем не может быть сложных систем, значит, не будет и человека, наблюдателя. Отсюда делается вывод: возможно, последовательных Вселенных было... более одной. Но мы видим именно такую, потому что другие «некому видеть». Впрочем, подобное рассуждение явно лежит на границе области познавательных суждений человека. Совершенно субъективно: три области, в которых поражает

сила фантазии человека, — произведения Борхеса, произведения Лема, современная космология. Две последние отчасти пересекаются.

Вернемся к альтернативным — в смысле последовательности событий — наукам, техникам и историям. Для самого моделирования можно воспользоваться весьма хорошо показавшими себя человеко-машинными, точнее, экспертно-машинными системами. В таких системах на компьютерах проигрывается экономическая, алгоритмируемая часть ситуации, а эксперты принимают человеческие решения. Реализация подобных систем обходится недорого, но они дали весьма интересные результаты — в истории, в политике, в частности в моделировании военно-экономического противостояния.

Что полезного извлечем мы из этих занятий? Разумеется, потребность читателя в развлечении будет удовлетворяться нормальным цивилизованным рыночным методом: автор-издатель-продавец-читатель-хлеб с маслом и далее по кольцу. Но какая нам польза, как обществу, от этих упражнений? Польза есть, точнее — возможна. Серьезное изучение влияния малых вариаций может показать, что серьезных последствий от них не бывает. Что «эффекта бабочки» (Рэй Брэдбери) в науке и технике нет. Скучно, но зато можно спать чуть более спокойно, и не надо Госдуме рассматривать проект закона о запрещении строительства машины времени (чтобы никто не наступил на указанное насекомое). Второй вариант: окажется, что в некоторых случаях эффект есть. Тогда надо будет смотреть, в ка-

ких именно случаях, — возможно, удастся выделить класс «спусковых ситуаций». И в зависимости от того, какие последствия вариаций преобладают, можно будет обратить внимание на эти ситуации. Например, если перенос открытий на более поздний срок статистически достоверно будет иметь положительные отдаленные последствия, то государство (собственно, оно для этого и существует) может с помощью налоговой системы поощрять фирмы, использующие консервативные технологии. В случае предсказания отрицательных последствий — наоборот. Если же открытия в одной науке стимулируют развитие другой науки или открытия в одной области — развитие другой области той же науки, то можно серьезно подойти к оптимизации распределения финансирования.

Что же касается собственно альтернативной истории, причем той ее части, которая не является наукой, то и в ней возможно подобное рассмотрение. И может, например, оказаться, что от того, кто сидит в кресле большого начальника, на значительных временных интервалах ничего не зависит. Тогда люди могут не тратить так много «цветов своей селезенки» на предвыборные страсти, а заняться чем-то более разумным. Или же, наоборот, окажется, что роль личностей в истории велика. Тогда, правда, придется задуматься над вопросом, что это за личности.



Откуда твое имя?

И.А.Леенсон

Статья пятая, начало — в № 5, 10, 11, 12 за 2003 год

Общехимические и физико-химические термины

Современная, все более узкая специализация наук в очень сильной степени коснулась и химии. Специалист-биохимик с трудом поймет своего коллегу, занимающегося синтезом сверхпроводящих керамик, — и наоборот. Лексика электрохимика значительно отличается от терминологии, используемой специалистом в области химии азотистых гетероциклов. Даже общих химико-технологических словарей переводчику с иностранных языков уже недостаточно. Вот и издаются англо-русские словари по химии и переработке нефти, по электрохимии и коррозии (и отдельно — по электрохимической обработке металлов), по химии и технологии силикатов, по химии и технологии высокомолекулярных веществ (и отдельно — по пластмассам), по каучуку, резине и химическим волокнам и т. д. и т. п.

Тем не менее существуют и повсеместно используются общехимические термины, понятные любому химику. Данная статья посвящена некоторым из них. Большинство химических терминов имеют греческие и латинские корни, причем очень многих «латинских» слов не найти в классическом латинско-русском словаре. Это так называемая «новая латынь» — слова, специально сконструированные из древних корней в средневековье и в новое время.

Химия

Слово звучит сходно почти во всех европейских языках. Несомненно его арабское происхождение (*al-kimiya*), в арабский же оно попало из греческого, где означало (естественно, без арабского артикля — а с артиклем оно досталось алхимии) «черную магию из Египта». Сами египтяне словом *ket* называли черную плодородную землю, обнажающуюся после разлива Нила, а свою страну звали *kemeia*. Таким образом, получается, что химия — это «египетская наука».



Реакция

Этимология этого слова достаточно прозрачна: на латыни *re* — против, *actio* — действие. Получаем противодействие. В политическом значении (в смысле противодействия прогрессу — реакционер, реакционный) это слово появилось в русском языке в 40-х годах XIX века. В биологии оно означает отклик на раздражитель. Д.И.Менделеев в 1868 году писал, что «реагировать» означает «изменяться химически»; в каком-то смысле это также отклик системы на внешнее воздействие (хотя бы на смешение реагентов).

Анализ, синтез

По-гречески *analysis* — разложение, расчленение. Чтобы проанализировать вещество, химики разлагали его на составные части. Соответственно слово «синтез» — от греческого *synthesis* — соединение, сочетание, составление. Смысл для химика очевиден.

Валентность

Описывая в «Евгении Онегине» разнообразные таланты своего героя, А.С.Пушкин отмечает, среди прочих, его способность «потолковать о Ювенале, в конце письма поставить *vale*».

ШКОЛЬНЫЙ

КЛУБ

В подстрочном примечании обычно дается перевод этого латинского слова: «Привет!» (дословно «Будь здоров!»). Оказывается, в русском языке есть однокоренное слово; это «валентность» — распространенный химический термин. Используют данное слово и лингвисты, хотя и значительно реже, чем химики.

Заглянем в латинско-русский словарь: «*vale* — см. *valeo*»; «*valeo*: иметь силы, быть сильным, здоровым» (отсюда, кстати, и получившее распространение по всему миру имя Валерий). Есть в словаре и слово *valens*, у которого несколько близких по смыслу значений: здоровый, сильный; крепкий, прочный; могущественный, влиятельный; убедительный, основательный. Есть и причастие *valde*: очень, сильно. Очевидно, слово это так или иначе связано с силой.

В современном итальянском языке от этого древнего корня образовано слово *valeroso* — мужественный, храбрый. Попало оно и в другие европейские языки. По-английски *valid* — действительный, имеющий силу, по-французски *valide* — крепкий, здоровый, по-немецки *Valoren* — ценные бумаги и т. д. Отсюда недалеко и до «валюты» («сильной» денежной единицы) — слова того же корня. Так от валентности мы добрались до валюты.

Газ

Это слово звучит очень похоже на всех языках (даже на хинди, турецком и арабском). Придумал его в XVII веке голландский естествоиспытатель Ян Баптист ван Гельмонт, взяв из латинского (*chaos*), в который оно пришло из греческого. Греки словом *chaos* (хаос) называли пустое туманное пространство, существовавшее до мироздания.

Дистилляция

Латинская приставка *dis* означает разделение, отделение; *still* — капля. То есть дистилляция — это «капельное разделение». Действительно, при правильной перегонке конденсирующиеся пары стекают каплями.

Изотоп и изомер

По-гречески *isos* — равный, одинаковый, подобный; *topos* — место, *meros* — доля, часть. Таким образом «изотопы» — занимающие одно и то же место (в Периодической таблице элементов); изомеры — состоящие из равных частей, то есть имеющие одинаковую брутто-формулу.

Ингибитор, катализатор, фермент, энзим

Первый термин происходит от латинского *inhibere* — сдерживать, останавливать. Ингибиторы, в отличие от катализаторов, замедляют или прекращают химические реакции. Слово же «катализатор» — греческого происхождения. Его значение в греческом (*katalysis* — разрушение) кажется весьма странным. Однако в этом нет ничего удивительного: слово это придумал и ввел в оборот шведский химик Й.Я.Берцелиус в 1836 году; в те времена было известно очень мало каталитических реакций, и одна из них — каталитическое разложение крахмала с образованием сахара под действием ферментов (другие — превращение сахара в спирт и углекислый газ при винокурении и хлебопечении соответственно). На латыни *fermentum* — закваска, а по-гречески закваска — *zyme*. От этого слова произошел синоним слова фермент — энзим, т.е. содержащийся в закваске (дословно — внутри нее). В современной русскоязычной химической литературе употребляется в основном слово «фермент», однако саму науку о ферментах называют энзимологией.

Калория, термометр, термодинамика, кинетика

Этимология этих слов прозрачна. *Calor* на латыни — тепло, *therme* — тоже тепло, только по-гречески. *Dynamis* — греческое слово, означающее силу, мощь; корень этот легко найти во многих словах: динамит, динамо-машина, динамизм, динамометр. Близкое значение в ряде случаев имеет и слово «кинетика» (греч. *kinetikos* — приводящий в движение). Например, химическую кинетику можно рассматривать как часть химической динамики. Примечание — часто калориметрию путают с колориметрией. Значительно чаще, чем тепло путают со светом.

Квант

В латинско-русском словаре для слова *quant* приводятся разные значения: во-первых, «сколько, как много, насколько», а во-вторых, «как мало». Надо полагать, что, когда Макс Планк выдвинул в 1900 году новую идею, предположив, что энергия, как и материя, состоит из отдельных мельчайших порций, он имел в виду именно второе значение этого слова.

Коллоид, коллоид, клей, гель, агар-агар, желатин, золь, аэрозоль, суспензия, эмульсия, диализ, мембрана

Все эти термины встречаются в коллоидной химии. Если выпаривать водные растворы некоторых веществ, то вместо кристаллов образуется аморфная масса, похожая на студень. Чаще всего такие свойства проявляли вещества органического происхождения, нередко их растворы обладали клейкими свойствами. Английский химик Томас Грэм (1805–1869), изучавший такие растворы, дал им название коллоидных — от греческих *kolla* — клей (*kollodes* — клейкий) и *eidos* — вид. Когда хозяйка варит свиные ножки для получения студня, она готовит коллоидный раствор желатина. Столярный клей — еще один пример коллоидного раствора. К коллоидным растворам относятся также молоко, маргарин и другие молочные продукты, тушь, различные краски и многое другое. Того же происхождения и слово «коллоидий» — спиртово-эфирный раствор нитроцеллюлозы, дающий после высыхания тонкую пленку.

По-голландски *klei* — вовсе не клей, а глина, ведь она тоже клейкая. Отсюда и английское *clay* — глина. Учи-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

тая, что по-украински глей — это клей, следует признать, что клей и глина — почти однокоренные слова; во всяком случае, они имеют одинаковое происхождение.

Некоторые вещества уже при малых концентрациях способны сделать из обычной воды густой гель. Фруктовое желе, мармелад, заливное к рыбе, кисель — все это гели, которые употребляют в пищу. Кстати, слова «желе» и «гель» — одного корня. Гель получается, когда водный раствор содержит какой-нибудь загуститель — его называют гелеобразователем. Название происходит от латинского *gelare* — мерзнуть, застывать; по-итальянски *gelo* — мороз, *gelato* — мороженое. Из пищевых гелеобразователей наиболее известны агар-агар (слово малайского происхождения) и желатин (тот же корень, что и в геле). Агар-агар получают из морских водорослей. Желатин содержится в различных животных остатках; много его в рыбных костях, хрящах, копытах. Если к воде добавить всего 4–5% желатина, получится коллоидная система — гель, который совершенно теряет текучесть. С увеличением содержания желатина раствор становится все более густым, а потом — твердым (плитки столярного клея).

Газы с примесями твердых или жидких частиц также относят к коллоидным системам; их называют аэрозолями (от греческого «аэр» — воздух и латинского *solvere* — растворять). Наиболее знакомый пример — смог — смесь дыма и тумана (от англ. *smoke* — дым и *fog* — туман). Более распространены жидкие золи, их образуют мелкие частицы нерастворимых веществ (серы, гидроксида железа и др.). В случае более крупных частиц образуются взвеси или суспензии (от лат. *suspensio* — подвешивание).

Коллоидная система жидкость–жидкость называется эмульсией. Слово происходит от латинского *emulgere* — доить: одной из первых изученных эмульсий было молоко.

Для очистки коллоидных растворов Грэм использовал полупроницаемую мембрану, которая пропускала маленькие молекулы и не пропускала большие (коллоидные) частицы. Грэм назвал этот процесс диализом, от греч *dialysis* — отделение. Кстати, на латыни *membrana* означает тонкая кожа.

Конверсия

В химии это слово часто используют в сочетании «степень конверсии», то есть степень превращения исходного вещества. Происходит оно от латинского *conversio* — превращение, изменение. Здесь просматривается приставка *con* — с и глагол *verso* — вращать, приводить в движение, изменять.

Концентрация

На латыни *centrum* — центр, средоточие. Вместе с приставкой *con* получаем скопление, сосредоточение (сил, средств). Концентрические — с общим центром. В химии же слово «концентрация» приобрело специфическое значение — относительное содержание составной части в растворе.

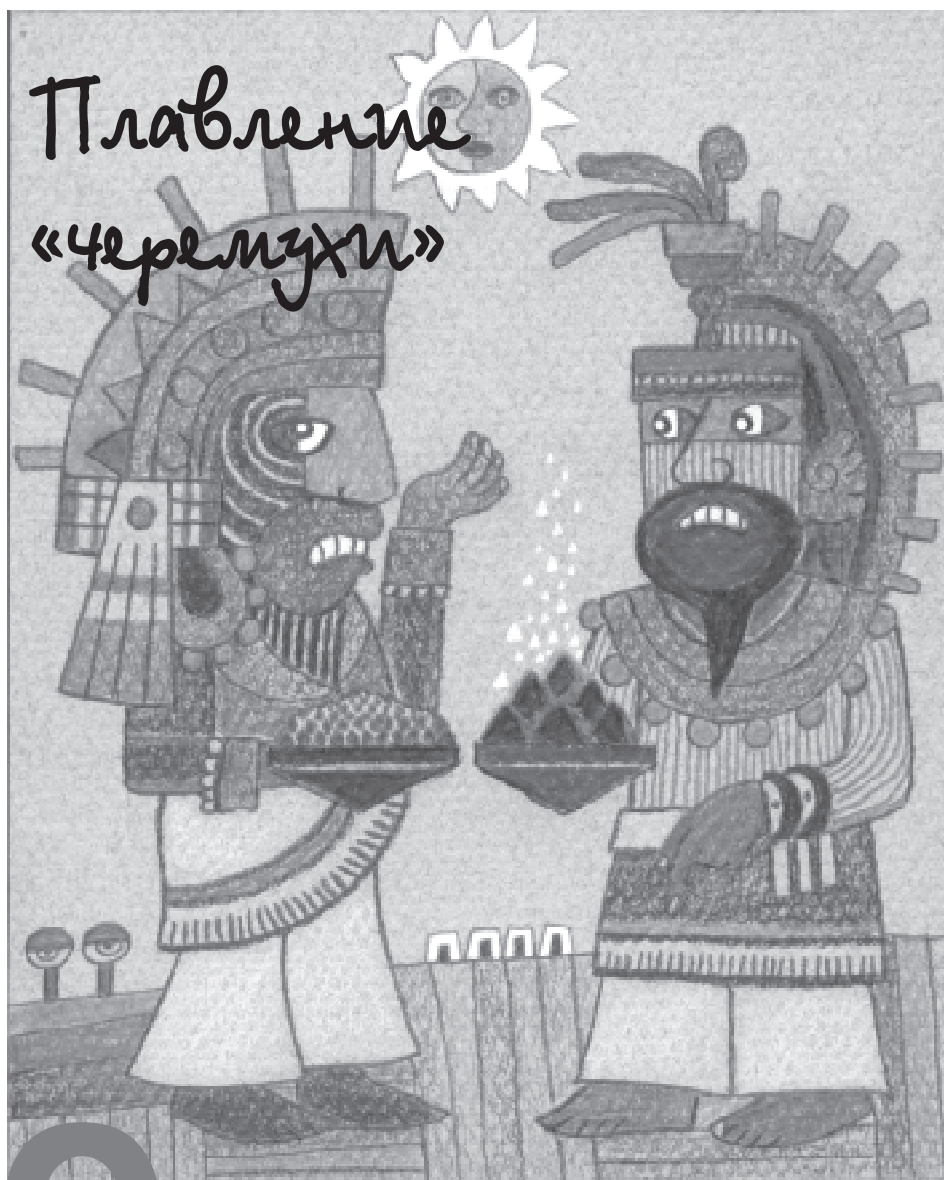
Криоскопия, эбуллиоскопия, осмос

Все эти методы раньше широко использовались для определения молекулярной массы веществ. По-гречески *kryos* — холод, мороз, лед. Отсюда криогенный — низкотемпературный; минерал криолит, похожий на лед; прибор криостат (греч. *statos* — стоящий); криотерапия — лечение холодом. *Skopeo* по-гречески — смотрю, наблюдаю. *Ebullire* — латинский термин, означает «выкипать»; эбуллиоскопия — метод, основанный на повышении температуры кипения растворов. *Osmos* по-гречески — толчок, давление.

Впервые явление осмоса наблюдал в XVIII веке французский аббат Жан Нолле. Он наполнил сосуд спиртом, плотно закрыл его мембраной, сделанной из мочевого пузыря свиньи, и погрузил в чан с водой. Вода прошла внутрь сосуда со спиртом и создала в нем такое давление, что пузырь раздулся и лопнул.

Нейтрализация

Этот международный термин происходит от латинского *uter* — кто-то из двух; либо тот, либо другой. Соответственно *neuter* — ни один из обоих, ни тот, ни другой, средний (*genus neutrum* — средний род в грамматике).



Один из видов так называемых несмертельных отравляющих веществ — это слезоточивые соединения (лакриматоры). Считается, что лакриматоры изобрели в XX веке, но это не так. Вот какие данные приводил в 1935 году В.В.Рюмин в книге «Занимательная химия» (со ссылкой на этнографа Вейле):

«Применение отравляющих газов для военных целей было знакомо еще древним китайцам, бросавшим в неприятеля «воночие горшки», и... первобытным обитателям Америки. Испанец Овиедо-и-Вальес сообщает о нападении с помощью «перечного газа». При сражении у реки Ориноко в 1532 году два молодых индейца шли впереди фронта, неся каждый в одной руке сковороду с горящими углями, а в другой — размолотый перец. Как только ветер казался им благоприятным, они сыпали перец в уголь. Результаты были наглядны, так как пар приводил в беспорядок ряды испанцев, заставляя каждого из них продолжать длительное время чихать... Пар перца раздражает слизистые оболочки носа и бронхи так сильно, что может привести к смерти, если не покинуть отравленного пространства... о жителях Канады в 1558 году рассказывали, что они умеют уничтожать нападающего неприятеля паром жиров и запахом каких-то растений. Для этой цели они перед нападением врага собирали хворост, пропитывали его рыбьим жиром и зажигали, бросая в огонь высушенные листья некоторых деревьев».

Как известно, при термическом разложении глицерина и жиров образуется пропеналь (акролеин) — летучая жидкость с очень едким запахом подгоревших котлет, откуда происходит и название вещества (*acre* — острый, *oleum* — масло). Другой сильный лакриматор — хлорацетофенон $C_6H_5-CO-CH_2Cl$, когда-то он считался боевым отравляющим веществом с кодовым названием CN, а в России он известен, как «черемуха». Пары этого вещества (само оно

твердое, но легко возгоняется) имеют слабый приятный запах, напоминающий запах фиалки или черемухи. Но только при очень малых концентрациях (сотые миллиграмма в кубическом метре), поскольку при концентрации порядка $0,5 \text{ мг/м}^3$ это вещество вызывает неустойчивое слезотечение, и тут уже не до запаха.

Неудивительно, что методы синтеза и свойства хлорацетофенона хорошо изучены. Одно из важнейших свойств твердого химического соединения, определяемого при его идентификации, — это температура плавления. Поскольку «веществу CN» посвящено много публикаций, в том числе и в открытой печати, температуру его плавления определяли, вероятно, тысячи химиков. Чему же она равна? Это легко узнать, например, из справочника «Свойства органических соединений» (Л.: Химия, 1984), в котором приводится значение $58,8^\circ\text{C}$ и дается ссылка на седьмой том справочника Бейльштейна (третье дополнение). Это согласуется с температурой $58\text{--}59^\circ\text{C}$, приведенной В.Н.Александровым в статье о лакриматорах «Не только слезы» (см. «Химию и жизнь», 1989, № 11, с. 36).

Казалось бы, все ясно, о чем тут говорить? Однако в науке, в том числе и в химии, существует такое понятие, как «ошибка от предубеждения». О ее причине говорит само название. Например, в анализируемом веществе находят компонент, который в нем якобы должен быть. Или почти бессознательно подгоняют результат измерения к тому значению, которое ожидают. Примеров можно найти немало, и не только в химии. Наглядный пример — хлорацетофенон.

Температуру плавления хлорацетофенона впервые измерил в 1877 году видный немецкий химик-органик Карл Гребе, который первым синтезировал это вещество хлорированием ацетофенона. У него получилось 41°C . Сравнение с последующими работами показывает, что вещество было очень сильно загрязнено. Уже незначительные примеси, как правило, понижают температуру плавления химических соединений — даже если сама примесь плавится при более высокой температуре. Один из критериев чистоты кристаллического вещества как раз и заключается в том, что температура его плавления не ниже, чем «литературные данные».

Известно, что химически чистые вещества обладают четко выраженной точкой плавления, а ее точное определение (с точностью до $0,01^\circ\text{C}$) возможно только путем снятия кривых

плавления или замерзания, когда с помощью очень чувствительного термометра Бекмана измеряют зависимость от времени температуры медленно нагреваемого или охлаждаемого вещества. Такие кривые получают и при использовании известного криоскопического метода, посредством которого определяют молекулярную массу неизвестного вещества. Метод основан на том, что понижение температуры замерзания чистого растворителя (так называемая «депрессия») пропорциональна концентрации растворенного вещества. Однако для получения кривых плавления требуется довольно много вещества. Для рутинного же и не очень точного определения нескольких миллиграммов вещества, растертого в тонкий порошок, помещают в стеклянный капилляр, прикрепляют его резиновым колечком к шартику термометра и медленно нагревают. Наблюдая (лучше через увеличительное стекло) за капилляром, дожидаются появления в его верхней части мениска расплава и одновременно фиксируют температуру. Вариант метода: за веществом наблюдают в микроскоп с нагреваемым столиком. Чем медленнее повышается температура, тем точнее результат.

В 1877 году немецкий химик В.Штедель получил очищенный препарат хлорацетофенона, который плавился при $58\text{--}59^\circ\text{C}$. Именно это значение, упоминавшееся ранее, и вошло в бесчисленные справочники. Тем более что оно было не раз подтверждено в работах многих химиков. Получая хлорацетофенон разными методами, они очищали его, «доводя температуру плавления до литературных данных», то есть до $58\text{--}59^\circ\text{C}$. В 1918 году в докладе американских химиков О.Б.Хелфрича и Э.Э.Рейда Военно-химической службе США отмечалось возможное боевое применение вещества и указывалось, что «эти кристаллы плавятся при $58\text{--}59^\circ\text{C}$ и кипят без разложения при 246°C ».

Подобных примеров можно привести множество. Правда, иногда получались немного другие цифры. Так, в 1884 году во французском журнале «Анналы химии и физики» была опубликована статья известного французского химика Шарля Фриделя и его американского коллеги Джеймса Крафтса (в эти годы он работал в Высшей горной школе в Париже, а двумя десятилетиями ранее был у Фриделя ассистентом). Авторы синтезировали хлорацетофенон новым методом — ацилированием бензола хлорацетилхлоридом, используя раз-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

работанную в 1877 году реакцию Фриделя–Крафтса. Полученное вещество плавилось при 56°C , а после перекристаллизации из спирта даже еще ниже — при 53°C . Но химики, в том числе и сами авторы работ, легко находили таким «аномалиям» объяснение. Показательна в этом отношении статья 1938 года Н.А.Пушина и К.С.Хрустановича, опубликованная в «Докладах Немецкого химического общества», в которой авторы, перекристаллизовав вещество из уксусной кислоты и получив «неправильное» значение, честно написали: «Вещество плавилось при 54°C (вместо 58°C), что указывает на недостаточную чистоту полученного препарата».

Проанализировав имеющуюся литературу и заподозрив неладное, американский химик Р.Мэки решил навести в этом деле порядок. Он самым тщательным образом очистил хлорацетофенон путем его многократной кристаллизации из спирта и бензола с последующей многодневной сушкой в вакууме для удаления следов растворителя. Взяв побольше вещества (около 20 г), он нагрел его в аппарате Бекмана чуть выше температуры плавления, слегка охладил и внес затравку в виде кристаллика того же вещества. Зависимость температуры от времени показала, что расплав затвердевал при постоянной температуре, равной $54,0^\circ\text{C}$.

Вывод, который сделал автор из этой истории, достоин того, чтобы процитировать его полностью: «Очистка и правильное определение температуры плавления CN настолько просты, что сам собой напрашивается вывод о том, что многократное воспроизведение неправильной температуры плавления объясняется не только привычкой органиков экономить время, определяя температуру плавления в капилляре, что часто дает завышенный результат, но и психологическим эффектом печатного слова».

И.Леенсон

Судьба еще одного любимого айсберга нашего главного художника

Сергей Комаров

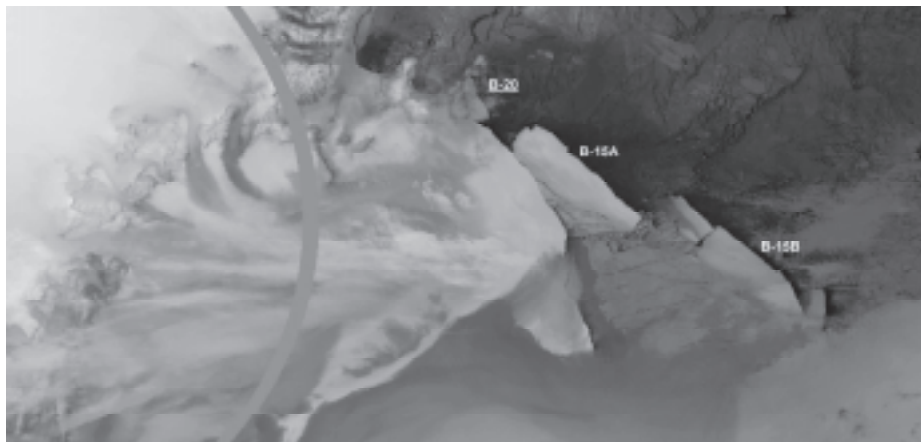


Почти четыре года назад от теплой воды и ветра распался на мелкие части В10А — предыдущий любимый айсберг нашего главного художника. Эта глыба льда, размером с Москву, дрейфовала в районе пролива Дрейка, который отделяет Огненную Землю от полуострова Антарктического. Об этом мы писали в январском номере «Химии и жизни» за 2000 год где, кстати, ошибочно упомянули, будто при таянии айсберга уровень океана повысится на три миллиметра. Это конечно же неверно. Грамотные читатели подметили: в силу закона Архимеда уровень океана уже повысился, после того как айсберг сполз в него с континента.

А в этом году наступило время гибели другого гигантского айсберга — В15, размер которого сравним с Московской областью: эта льдина, которая оторвалась в марте 2000 года от шельфа ледника моря Росса, могла бы накрыть четверть Подмоскovie с многочисленными лесами, городами и селами — ее площадь составила более одиннадцати тысяч квадратных километров! Вскоре от В15 откололись и ушли в свободное плавание мелкие айсберги, а основная часть, В15А, длиной 160 км, села на мель в море Росса в 3800 километрах к югу от Новой Зеландии.

За два с лишним года сидения гигантский айсберг наделал немало бед. Например, осенью 2002 года два его обломка размером 87×37 км и 55×32 км придрейфовали к мысу Круазье, где была расположена одна из старейших известных людям колоний императорских пингвинов. В

Сразу после образования гигантский айсберг раскололся на части



результате птицам, чтобы добыть еду для птенцов, приходилось совершать многокилометровые путешествия, и плотная колония распалась: вместо 2500 птиц ученые в 2002 году обнаружили лишь пять маленьких групп. Немалые трудности гигантская льдина создала и в снабжении американских полярников на станции Мак-Мердо. Более того, айсберг даже сумел изменить движение морских течений.

Пристальные наблюдения за В15А, благо, он стоит на месте, вели всевозможные спутники, и один из них, а именно «Энвисат» Европейского космического агентства, зафиксировал его гибель, случившуюся в сентябре–октябре 2003 года. Во время серии бурь под напором ураганного ветра, который дул со скоростью 120 км/ч, сквозь льдину прошла трещи-

на и от айсберга отвалилась немалая, примерно в четверть, часть. Исследователи назвали ее В15J. Процесс раскалывания европейский спутник с помощью специального радара с улучшенной синтетической апертурой сумел заснять в деталях. Этот радар особенно хорош для полярных исследований, поскольку работает и ночью, и днем, и в ясную погоду, и при густой облачности. Поверхность с разной степенью шершавости по-разному отражает сигнал радара, поэтому удается различать старый лед, из которого сложен айсберг, и свежезамерзшие льдины моря Росса. Чистая водная поверхность тоже отражает сигнал по-своему. Поэтому-то айсберг очень хорошо виден на изображениях.

Возникает вопрос: не свидетельствует ли постоянное откалывание ги-



*Так айсберг
выглядел
за несколько дней
до роковой
бури*



*Во время
бури
трещина
пересекла
айсберг*



*Через несколько дней
после образования
трещины части айсберга
разошлись навсегда*



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

гантских айсбергов и их скорая гибель о том, что началось давно обещанное таяние льдов Антарктиды из-за глобального потепления? Европейские специалисты на это отвечают отрицательно: информации для такого вывода пока что маловато. В следующем году ЕКА запустит специальный спутник «Криосат», который усовершенствованным высотометром сможет отмечать мельчайшие изменения в топографии ледяного покрова и измерять толщину как континентального щита, так и плавающих льдов. Тогда-то и удастся получить точные данные об изменениях антарктических льдов.

Бердвотчинг: наука страсти нежной

Александра Горяшко

Я начал с удовольствием следить за жизнью птиц, и в своей простоте удивлялся, как это каждый джентльмен не делается орнитологом.

Ч.Дарвин



Кто такой бердвотчер

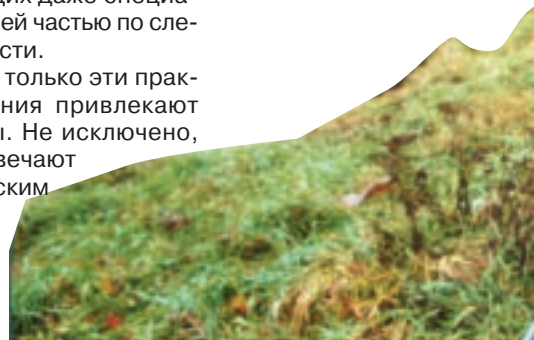
Толкового русского слова для этого занятия не придумано. Пытались называть его спортивной орнитологией — но звучит странно и не отражает сути. Чаще говорят «любительская орнитология» или пользуются калькой с английского bird-watching. Бердвотчер — наблюдающий за птицами. Орнитолог-любитель.

Специальное название для какого-либо явления возникает, когда оно становится достаточно распространенным. Что ж, любителей наблюдать за птицами и в самом деле гораздо больше, чем тех, кто интересуется жизнью насекомых или млекопитающих.

Видимо, птицы — благодатный объект для наблюдения и изучения, потому и привлекают они непрофессионалов. Птиц много — в мире их более девяти тысяч видов, даже почти десять — 9600. В общем, есть на что посмотреть, и в то же время пернатых как раз столько, чтобы не запутаться в них окончательно. С насекомыми куда сложнее: уже сейчас их описано около миллиона, поди разберись,

не имея специального образования! К тому же птицы, даже в самом большом городе, находятся рядом с человеком круглый год. Они не впадают в спячку, их поведение меняется в зависимости от сезона, и потому за ними интересно наблюдать. При желании можно увидеть и брачное поведение, и гнездование, и кормление птенцов, и перелеты. Все это доступно непосредственному наблюдению, в то время как млекопитающих даже специалисты изучают большей частью по следам жизнедеятельности.

Но может быть, не только эти практические соображения привлекают любителей природы. Не исключено, что птицы просто отвечают глубинным эстетическим





РАДОСТИ ЖИЗНИ



представлениям большинства людей и завораживают нас таинством свободного полета, недоступного человеку. Так или иначе, но повсюду и во все времена находилось немало людей, которым было интересно наблюдать за жизнью птиц.

Только вот кого можно причислить к орнитологам-любителям? Что этот человек должен знать и уметь? Отличать воробья от синицы? Или канюка от осоеда? Или болотную камышевку от садовой? А может, достаточно просто проводить сколько-то времени, наблюдая за птицами? Попробуем разобраться.

С.Т.Аксаков известен в основном как замечательный писатель. Именно литературой, а также театральной критикой он занимался профессионально. И лишь специалистам известно, что был он также опытным охотником и замечательным натуралистом. Большинство современных русских названий птиц стало общепринятым благодаря его «Запискам ружейного охотника Оренбургской губернии». Наименования, которые Аксаков приводит как «местные», «распространенные в Оренбургской губернии», со временем стали официальными. Так что С.Т. Аксаков, безусловно, орнитолог-любитель.

Крупнейший русский орнитолог С.А.Бутурлин тоже не имел биологического образования. Он окончил училище правоведения и жалованья за свои занятия орнитологией не получал. Однако именно он открыл в 1905 году гнездование розовой чайки, о котором орнитологи безуспешно пытались получить сведения почти столетие. Кроме того, С.А.Бутурлин провел биологические наблюдения над редкими видами — очковой гагой и белошейной гагрой и установил детальную картину географического распространения птиц, составляющих орнитофауну Северо-Восточной Сибири. Он собрал чрезвычайно полную и очень ценную коллекцию пернатых — по ней специалисты изучали в предвоенные годы фауну птиц России. Не приводя весь длинный список научных заслуг этого человека, скажем только, что он был действительным и почетным членом многих советских и ряда иностранных ученых обществ и, в частности, одним из немногих почетных членов Американского орнитологического общества. На четвертом Международном орнитологическом конгрессе, состоявшемся в 1910 г., его избрали одним из вице-президентов конгресса, а затем с 1910 по 1913 г. он был членом Международного орнитологического комитета. Будучи одним из крупнейших русских орнитологов, формально С.А.Бутурлин считался орнитологом-любителем.

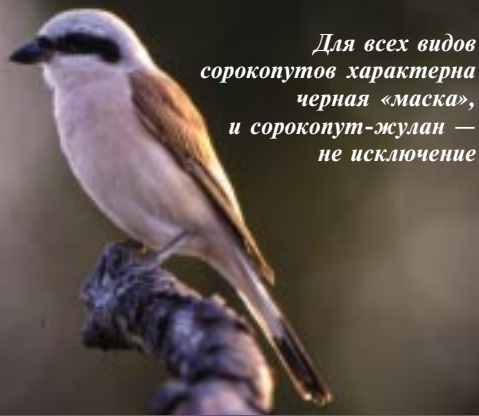
Где искать начало

Большинство популярных статей, посвященных бердвотчингу, вместе с приоритетом на название отдают Западу приоритет и на само явление. Считается, что интерес к птицам стал расти в начале XX века, а революционный толчок развитию любительской орнитологии дала публикация «Полевого справочника птиц» американца Роджера Тори Питерсона, который вышел в свет в 30-е годы. Это действительно был первый в мире полевой определитель, благодаря которому у бердвотчеров появилась возможность надежно опознать увиденную птицу. Однако орнитологи-любители существуют и в России, причем любительское изучение птиц имеет у нас свою специфику, весьма отличную от западной. У него своя история, никак не связанная с «Полевым справочником птиц» Р.Т.Питерсона.

Вероятно, первыми орнитологами-любителями России следует считать птицеловов и охотников. Их вклад в развитие научной орнитологии очень велик. Особенно это относится к охотникам, среди которых было немало образованных людей. Впрочем, и ловля птиц невозможна без их изучения в естественной среде обитания. Сам процесс лова и последующее содержание пернатых в неволе требуют глубокого знания особенностей жизни вида: тонкостей питания, гнездования, брачного поведения и т. д. Проводя много времени на природе, птицеловы нередко первыми замечали такие важные явления, как начало или конец пролета какого-либо вида, начало гнездования.

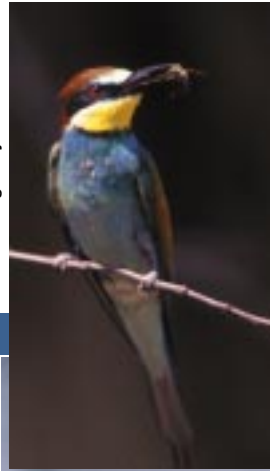
Незаменимую помощь они могут оказать и сегодня, особенно в тех случаях, когда речь идет о редких видах. Даже во второй половине XX века первые сведения о канареечном выюрке, горной коноплянке, черноголовой завирушке, дубровнике в Ленинградской области были получены именно от птицелова, С.Н.Толстякова.

В конце XIX века в России началась организованная охрана птиц. Инициаторами ее стали, конечно, профессионалы, но в результате пернатые привлекли внимание общественности. Живой интерес к птицам стимулировал развитие любительской орнитологии. К началу XX века существовало уже несколько десятков организаций, занимавшихся их охраной. Среди таких организаций наиболее активными были Русский орнитологический комитет при Русском обществе акклиматизации животных и растений, Постоянная природоохранительная комиссия при Русском географическом обществе, Российское общество покрови-



Для всех видов сорокопутов характерна черная «маска», и сорокопут-жулан — не исключение

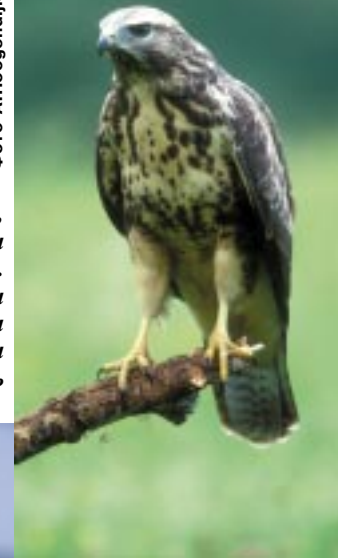
Фото А. Hoogendijk



Птиц с таким ярким «тропическим» оперением, как у золотистой щурки, в средней полосе немного. Они действительно теплолюбивы и севернее Подмоскovie практически не встречаются

Ареал канюка обширен, в европейской части России гнездится не менее 400 тыс. пар этого вида. Правда, вблизи крупных городов встречается с хищной птицей — все-таки редкость

Фото А. Hoogendijk



тельства животным (организованное в 1865 году, к началу XX века общество имело более 100 отделений в разных городах). С конца XIX века целенаправленно занимались пернатыми весьма распространенные в то время детские организации — Майские союзы для изучения и защиты птичек. Базировались они, как правило, при школах и состояли из детей 9–11 лет. На головных уборах ребятшек была эмблема союза — летящая ласточка.

Задолго до начала использования кольцевания как научного метода изучения птиц этот подход применял в России орнитолог-любитель Ф.Э.Фальц-Фейн в Аскании-Нова. После революции кольцевание восстановили и проводили его в широких масштабах, но опять-таки силами орнитологов-любителей — этим занимались школьники под руководством Н.И.Дергунова.

Если считать началом любительской орнитологии в России приведенные здесь факты, то получится, что мы заметно опередили Запад. Впрочем, сравнения с Западом здесь вряд ли уместны. Слишком уж по-разному выглядит все, что связано с любительской орнитологией у них и у нас.

Как это устроено у них

С тех пор как в 1934 году вышел первый полевой определитель птиц Р.Т.Петерсона, в мире изданы сотни полевых определителей. На нужды бердвотчеров работает целая индустрия. Сотни туристических фирм организуют поездки на все континенты и большинство островов мира, причем иной раз только для того, чтобы дать любителям возможность взглянуть на одну-единственную особо редкую птицу. В США существует четыре большие компании, обслуживающие бердвотчеров, да еще с десяток мелких, узкоспециализированных. В Великобритании — три большие.

Большинство бердвотчеров путешествуют по свету небольшими группами, где на 6–10 человек приходится

Для наблюдений за свиристелями в средней полосе лучшая пора — март. Позже они, как и снегири, улетают к местам гнездования в северную тайгу



Фото J. L. Nijentijl

один профессиональный гид. Такие группы формируются задолго до отправления в путь; часто люди, объединенные общим увлечением, хорошо знают друг друга по предыдущим путешествиям.

Обходятся поездки недешево: стоимость туров для орнитологов-любителей в несколько раз дороже путевок на курорт. Дорого стоит и хорошая экипировка, но проблем с ее поисками нет. Сотни специализированных магазинов снабжают бердвотчеров удобной одеждой, мощными биноклями, фотоаппаратами, портативными магнитофонами с миниатюрными динамиками для записи птичьих голосов, переносными укрытиями и другим оборудованием. Здесь же предлагают разные типы кормушек, на которых можно подкармливать и наблюдать самых разнообразных птиц.

Ежегодно проходят десятки конкурсов: кто больше видел разных птиц? И находятся чемпионы, в «коллекциях» которых накапливается до пяти тысяч видов и более — то есть за свою жизнь эти люди успевают узнать «в лицо» не менее половины пернатых обитателей планеты.

У бердвотчеров свой сленг: «птица жизни» — это та, которую человек никогда доселе не видел, «птица года» — впервые встреченная в этом году, хотя раньше наблюдать ее приходилось. Есть у любителей пернатых свои шутки и анекдоты, понятные порой только им самим. В магазинах можно купить даже целые юмористические сборники, составленные бердвотчерами.

Во всей этой увлекательной и хорошо отлаженной жизни западного бердвотчера редко остается место глубоким научным изысканиям. С комфортом наблюдая за птицами, большинство любителей предпочитает не погружаться в какие-либо тонкости биологии или экологии объектов наблюдения. Их вполне удовлетворяют коллекции фотографий, рекорды по числу встреченных видов, да и просто наличие в их жизни птиц как повода для экзотических путешествий.

Любить по-русски

В нашей стране орнитологов-любителей существенно меньше, и все у них иначе. Ни о какой специализированной отрасли, обслуживающей их нужды, конеч-

*Кулик-сорока получил
свое название за характерную
пегую окраску*

Фото F. Terstappen



Фото И. В. Ганицкого



РАДОСТИ ЖИЗНИ

но же нет и речи. Единственное, что появилось в последние годы благодаря Союзу охраны птиц России, — это полевые определители и рекомендации по некоторым видам учета, методики, рассчитанные на непрофессионалов. В остальном любители действуют на свой страх и риск, за свой счет.

Однако из-за отсутствия развитой системы поддержки (или, возможно, именно благодаря этому) наши орнитологи-любители редко идут по западному, конкурсному, пути: соревноваться в количестве увиденных видов для них нехарактерно. Самостоятельно продираясь через азы орнитологии, доходя до всего своим умом, они часто становятся профессионалами такого высокого класса, что даже странно бывает: почему же они не посвятили себя любимому делу целиком?

Орнитолог-любитель старшего поколения В.П.Галкин рассудил когда-то так: «Заработаю на кусок хлеба и горсть табаку, а остальное время буду заниматься, чем хочу, думать, о чем хочу, смотреть, куда хочу». Мотивы, конечно, бывают разные, но и некоторые молодые люди рассуждают похоже. Например, орнитолог-любитель

Б.Е.Юркин, решая для себя, в какой вуз идти — технический или биологический, — задумывался о том, что технический склад — это от головы, от ума, а природа, птички — от сердца, от души. И решение пришло само: лучше связать какими-то планами ум (по крайней мере, он может это понять), чем сердце. Есть в этом своя правда: над тем, что идет от сердца, человек не хочет над собой никакого начальства, навязывания.

И такой подход себя оправдывает. Путем самообразования и практики удастся узнать порой гораздо больше, чем за пять лет в институте, поскольку институты готовят в основном теоретиков, нередко полностью оторванных от живой природы. Приходится ли после этого удивляться, что тот же инженер-электронщик Б.Е.Юркин, который добровольно работает в Канда-лакшском заповеднике во время отпуска, превосходит профессионалов как полевой орнитолог?

С чего начать любителю

Наблюдение за птицами — занятие не очень-то коллективное. Смотреть за гнездом, за поведением, кормлением лучше всего одному. Однако начинать самостоятельно всегда непросто. Новички делают много ошибок, но в этом есть несомненная польза: когда сам находишь и исправляешь свои ошибки, запоминаешь все гораздо лучше.

Общие рекомендации, приведенные в литературе, помогают мало. В книгах начинающему предлагают завести полевой дневник и записывать в него все, что он увидит. Но что значит «все»? Новичок обычно становится в

тупик. Ведь он «все» не знает! Поэтому в том «все», что он запишет, почти все будет ошибочно. К счастью, главное — это не книжки и не бинокль; если есть сильное желание, остальное приложится.

Впрочем, каждый начинающий орнитолог довольно скоро понимает, что без бинокля ничего не получится. Лучше всего подходит для наблюдений за птицами восьмикратный бинокль — универсальный и легкий. И сначала, пока любитель еще плохо знает голоса пернатых, бинокль должен быть с ним постоянно: ведь сперва учишься узнавать птицу «в лицо». Тут необходимо внимание, умение выделять и запоминать детали: окраску, размер, пропорции. Очень полезно зарисовывать увиденную птицу.

Освоился с внешним видом птиц — значит, пора изучать голоса. Заслышав незнакомую песенку, щебетание или клекот, стоит подойти поближе и постараться определить птицу по внешнему виду, а потом просто слушать и запоминать. Даже когда голос уже кажется знакомым, поначалу все-таки нужно себя проверять: звуки исключительно важны при определении многих птиц, особенно мелких воробьиных. Их можно и даже полезно изучать по магнитофонным записям, но это ничего не даст, если не слушать птиц в природе, причем постоянно. Ведь надо знать не только песни, но и позывки, и крики тревоги. Кроме того, голоса пернатых одного и того же вида, но обитающих в разных местах порой заметно отличаются друг от друга.

И еще несколько общих советов. Лучшая пора для первых экскурсий —

Нос кулика — это совершенный щуп. Погружая его в ил, кулик чувствует беспозвоночных, пригодных в пищу, в радиусе нескольких сантиметров и со второго раза ни за что не промахнется



Фото F. Terstappen

зима. Птиц в это время года сравнительно мало, держатся они более открыто и доверчиво, а потому новичку легче получить первые навыки, столь необходимые орнитологу-любителю. А вот для полноценной встречи с пернатыми приходится дожидаться весны, когда большинство наших птиц возвращается с зимовок. Весной птицы много поют или кричат, и это помогает их обнаружить и рассмотреть. Причем отправляться на экскурсию надо ранним утром, когда птицы особенно активны. Следует помнить, что одежда должна быть неяркой, лучше всего камуфляжной расцветки, а передвигаться по лесу надо осторожно и по возможности бесшумно.

Что может любитель

Но вот первые шаги успешно пройдены: уже знаешь всех местных птичек и в лицо, и по голосам. Хочется поделиться своими наблюдениями, узнать, как работают другие, научиться чему-то новому.

Такую возможность предоставляют всем желающим программы массовых учетов птиц. Как правило, это широкомасштабные акции, и провести их только силами профессионалов невозможно. Например, в последних Всемирных днях наблюдений за птицами принимали участие более 10 млн. человек со всего земного шара! Два



Фото И.В. Ганицкого

выходных дня в начале октября каждый из них провел с биноклем и блокнотом, отмечая увиденных птиц.

Отчеты о своих наблюдениях орнитологи-любители направляют в национальные координационные центры, а затем все сообщения поступают во всемирный банк данных. Только таким способом и можно получить надежные данные по миграции, позволяющие оценить численность различных видов и выявить пути их перелетов.

В России Всемирные и Всеевропейские дни наблюдений проводит Союз охраны птиц России. В Подмосковье они проходят на территории Бисеровского рыбхоза в поселке Купавна, куда приглашают организаторы всех желающих. Осенью там очень интересно: на прудах, где разводят рыбу, скапливаются утки, цапли, поганки. Много в программе работы Союза и других интересных дел, в которых могут принять участие обычные горожане: учеты зимующих водоплавающих птиц на водоемах Москвы и Подмосковья, летние учеты выводков, весенние дни птиц, соловьиные вечера.

Вместе с профессионалами орнитологи-любители нашей страны работают в рамках программ «Parus» и «Евразийский рождественский учет». Первичные результаты работы по программе «Parus» — данные о плотности населения всех видов птиц в каждом конкретном районе с учетом основных типов местообитания. Это дает представление о суммарной плотности птичьего населения и его видовом богатстве. Вторая программа нацелена на сбор данных, касающихся относительной численности птиц, — орнитологи подсчитывают число особей, встретившихся им на десятикилометровом отрезке пути.

Как видно даже из этих немногочисленных примеров, орнитолог-любитель может оказать вполне реальную и очень действенную помощь науке, получив при этом новые знания и впечатления. А там — как знать? — может, и он сам скажет когда-нибудь

Зимородок невелик — чуть больше воробья. Гнездится по обрывистым берегам рек, поскольку его обычная пища — водные личинки и мелкая рыбешка



Фото А. Hoogendijk



РАДОСТИ ЖИЗНИ

свое слово в науке о птицах. Ведь именно у любителя заведомо есть то главное, о чем пишет К.Лоренц в своей книге «Год серого гуся»: «Эта книга родилась из радости, которую дарят мне наблюдения за животными. Все мои научные работы имели источником ту же радость. Только с помощью наблюдения, свободного от каких-либо предвзятых идей, ученый способен сделать новые неожиданные открытия».



Редакция благодарит Союз охраны птиц России за помощь в оформлении материала. Подробную информацию о деятельности СОПР можно получить на сайте www.rbcu.ru или по электронной почте: mail@rbcu.ru



ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ





3-ая Всероссийская олимпиада по органической химии



в апреле 2004 года на Химическом факультете МГУ

ChemBridge Corporation

Химический Факультет МГУ

Высший химический колледж РАН

при информационной поддержке журнала "Химия и жизнь XXI век" приглашают студентов старших курсов, аспирантов и молодых ученых принять участие в 3-ей Всероссийской олимпиаде по органической химии, проводимой в рамках Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2004».

Председатель:

В.В. Лукин Академик РАН, профессор,
Декан химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

Организационный комитет:

С.Е. Семёнов Высший Химический Колледж РАН

С.Е. Сосонюк МГУ им. М.В. Ломоносова

А.А. Зайцев ИОХ им. Н.Д.Зелинского

Д.С. Перекалин Высший Химический Колледж РАН

А.В. Куракин ChemBridge Corporation

Всероссийская олимпиада по органической химии будет состоять из двух этапов. Первый этап представлен в виде тестов с несколькими вариантами ответов на каждый. На ответы выделяется два часа. Второй этап – несколько более серьезных задач, на решение которых отводится большее время. Оба этапа проводятся в один день.

Регистрационная форма и задачи для разминки опубликованы на сайте www.ChemBridge.ru и в журнале «Химия и жизнь-XXI век» №1 2004 г.

Первым пяти, приславшим правильные решения разминочных задач, а также участникам Олимпиады, вошедшим в десятку сильнейших, Фирма компенсирует проезд в Москву, исходя из стоимости плащкартного билета.

Победителей ожидают призы:

первый приз – 10 тыс. рублей,

два вторых приза – по 5 тыс. рублей,

специальный приз – 5 тыс. рублей лучшему среди участвующих в Олимпиаде повторно.

**Мы ждем Вас!
Приходите и побеждайте!**

Регистрационные формы присылайте до 28 марта 2004 г.

Факс (095) 956-49-48.

Москва 119048, д/я 424

E-mail Olimpiada@ChemBridge.ru

Тел. (095) 775-06-54 доб.12-01, 12-19

Регистрация в день проведения Олимпиады не гарантирует предоставления пакета участника Олимпиады.

ASCMC
MOSCOW 04



International Symposium on
**Advances in Synthetic,
Combinatorial and
Medicinal Chemistry**

World Trade Center-Mezhdunarodnaya Hotel,
MOSCOW, Russia

May 5 – 8, 2004

Symposium Chairman:
K.C. NICOLAOU, Scripps, UCSD, USA

The topics to be covered during this symposium include:

- New Synthetic Methodologies, Total Synthesis of Natural Products and Heterocyclic Chemistry
- Combinatorial Chemistry, Diversity- and Target-Oriented Synthesis
- Medicinal Chemistry and Drug Discovery & Development

The scientific program of the symposium will encompass: 15 Plenary Lectures, 14 Major Talks, 10 short Oral Communications, a half-day Business Mini-Symposium «Discovery Chemistry Outsourcing Opportunities in Russia», as well as a major poster session, a commercial exhibition and an extensive social program.

CONFIRMED PLENARY SPEAKERS

Prof. Sir J. BALDWIN, Oxford University, UK
Prof. T. BARTAL, The Scripps Research Institute, USA
Prof. J.-E. BÄCKVALL, Stockholm University, Sweden
Prof. V. N. CHARUSHIN, Ural Technical University, Russia
Prof. E. DIEDERICH, ETH, Switzerland
Prof. A. FUERSTNER, Max Planck, Germany
Prof. S. HANESSIAN, University of Montréal, Canada
Prof. V. A. KABANOV, Academy of Sciences, Russia
Prof. J. MULZER, University of Vienna, Austria
Prof. K.C. NICOLAOU, The Scripps Research Institute, UCSD, USA
Prof. N. A. PETASE, University of Southern California, USA
Prof. Dr. K. B. SHARPLESS, The Scripps Research Institute, USA
Prof. M. SHIBASAKI, University of Tokyo, Japan
Prof. E. J. SORENSEN, Princeton University, USA
Prof. N. S. ZEFIROV, Moscow University, Russia

CONFIRMED MAJOR SPEAKERS

Dr. M. ABOU-GHARBA, Wyeth, USA
Dr. A. ALANINE, Roche, Switzerland
Dr. S. BOYER, AstraZeneca, Sweden
Dr. M. BUNNAGE, Pfizer, UK
Dr. M. DUGGAN, Merck & Co., USA
Dr. S. HALAZK, Sano, Switzerland
Dr. D. LESUSSE, Aventis, France
Prof. Dr. R. METTERNICH, Schering AG, Germany
Prof. Dr. G. SCHNORRENBERG, Boehringer Ingelheim Pharma, Germany
Dr. G. SMITH, H. Lundbeck A/S, Denmark
Dr. M. TIMMERS, Organon, The Netherlands
Dr. L. TRUESDALE, Pfizer, USA
Dr. T. R. WEBB, ChemBridge Corporation & CRL, USA

CONFIRMED BUSINESS MINI-SYMPOSIUM SPEAKERS

Dr. M. T. CLARK, Pfizer, USA
Dr. M. T. COX, AstraZeneca, UK
Mr. S. HUTCHINS, Merck & Co., USA
Dr. P. TALAGA, UCB Pharma, Belgium
Mr. E. VAISBERG, ChemBridge Corporation & CRL, USA

POSTERS AND ORAL COMMUNICATIONS

All participants are invited to submit abstracts of scientific communications that will be peer reviewed for their acceptance. Further details are available on the Symposium website www.ascmc.info

Symposium Secretariat:

LD Organisation sprl
Route de Blocry, 55
B-1348 LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgium
Tel : +32 10 45 47 77
Fax : +32 10 45 97 19
ASCMC@LDOrganisation.com
www.ascmc.info

Under the auspices of



EUROPEAN FEDERATION
FOR MEDICINAL CHEMISTRY



MEDICINAL CHEMISTRY
SECTION of the D.I. MENDELEEV
RUSSIAN CHEMICAL SOCIETY

Organized by



CHEMBRIDGE CORPORATION

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ



ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ



Санкт-Петербург Санкт-Петербург VI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

CHEMISTRY MISTRY

ЭКСПОХИМИЯ

1-3 июня 2004

Крупнейшая на Северо-Западе России выставка химической науки и промышленности «ЭкспоХимия» проводится в Санкт-Петербурге с 1999 года. За эти годы в выставке приняло участие более 500 фирм, выставку посетило около 50000 специалистов.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
- СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
- СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ
- ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
- ПРОДУКЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В РАМКАХ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСТАВКИ:

- III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЫЕ ТОПЛИВА С ПРИСАДКАМИ».
- Соорганизатор - Академия Прикладных Исследований, тел. (812) 237 0457

Генеральные информационные спонсоры:



ОРГАНИЗАТОРЫ ВЫСТАВКИ:
 ЗАО «FAREXPO», Российский Союз Химиков,
 Российское Химическое Общество им. Д. И. Менделеева.

ВРН ПОДДЕРЖКЕ:
 Администрация Санкт-Петербурга,
 Минпромнауки РФ.

ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:
 196105, Санкт-Петербург, пр. Гагарина, 8, ПСКК, ЗАО «FAREXPO», тел./факс (812) 118 3537.
 e-mail: chem@orticon.com www.farexpo.ru

О.Б.Максимов
(1911–2001)



С женой Еленой Лаговской
после возвращения во Владивосток,
1960-е годы

«Я заболел химией»

После почти двухлетних поисков работы маме наконец удалось устроиться лаборанткой Пастеровской станции (она была врачом, но долгое время не могла найти работу по специальности. — *Ред.*)... При Пастеровской станции работала клиническая и химико-бактериологическая лаборатория, где производились токсикологические анализы и различные венерологические исследования. Для этого нужны были различные животные (морские свинки, бараны). Я впервые получил возможность побывать в химической лаборатории, и после ее посещения судьба моя была решена на всю жизнь — я заболел химией.

Началось составление собственной домашней лаборатории. Из перегоревших электроламп я наловчился делать неплохие колбы, чинил на примусе выброшенные в лаборатории пробирки. В аптеках тогда можно было приобрести, и недорого, многие химикалии, кое-что приносила мне мама. Откуда-то мне досталась толстенная «Органическая химия» Меншуткина, и я стал ее усиленно штудировать, не имея достаточной подготовки по общей химии. В те годы еще свежа была память об ужасах химической войны 1915–1918 годов, и химию среди обывателей понимали прежде всего как науку о ядовитых газах. Мои интересы, естественно, обратились к этой теме, вернее, к вонючим веществам.

Этот выбор имел свою подоплеку. Как-то, возвращаясь с экскурсии в краеведческий музей (он тогда располагался на улице Петра Великого, нынешней Первого Мая), мои одноклассники и я задержались у витрины магазина Кунста и Альбертса, где был выставлен какой-то любопытный рекламный трюк. Мы сгрудились толпой, мешая солидным покупателям

За три дня до смерти Олег Борисович не смог читать, а значит, работать. Для него это означало — не жить. Ему было 89 лет, и ни одного дня он не провел «на заслуженном отдыхе». 70 лет — его стаж в науке: до последнего дня он был главным научным сотрудником Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН, и сегодня большая доля продукции ТИБОХа — его разработки медицинских препаратов.

«Воспоминания» — книга, которую Олег Борисович в 82 года отстукал одним пальцем на машинке (болела рука), о том, как в нечеловеческих условиях человек может оставаться личностью и ученым. Автор, вероятно, пристрастен в характеристиках людей и событий, но все, кто читал эту книгу, говорят о том, что остается удивительное ощущение света...

В этой публикации — отрывки из книги, в которых автор рассказывает о своем увлечении химией и начале работы.

Г.Б.Арбатская,
редактор «Вестника ДВО РАН»

лицезреть рекламу. Тут на нас обрушился магазинный приказчик и стал грубыми толчками отгонять от витрины. Это было смертельным оскорблением (прохожие посмеивались), которое нельзя было оставить неотомщенным. Мне поручили изготовить какую-нибудь вонючую гадость (мое увлечение химией было хорошо известно). Я долго копался в книге Меншуткина, соразмеряя возможное и желательное. Наконец, план созрел: железные опилки я спек в пробирке с серой и получил сернистое железо, в магазине приобрел флакончик с ацетоном, в паяльной мастерской достал склянку соляной кислоты. Из этих несложных компонентов было создано нечто отвратительное — тиацетон, о котором Меншуткин писал, что его запах за минуты распространяется на целые кварталы города.

Рано утром наши отважные мстители вылили склянку этого зелья у витрины лучшего городского магазина. Эффект был потрясающий! Людской поток из-за невозможной вони сворачивал у магазина на проезжую часть Светланской, народ на все лады поругивал немцев-владельцев за то, что и тут они «развели эту проклятую химию!» Мы были отомщены, и мой рейтинг у ребят подскочил на много пунктов вверх.

Неудовлетворенность школьной программой, желание поскорее стать помощником маме, да и упрочившееся со временем пристрастие к химии привели меня к решению уйти из школы и поступить в техникум. В то время во Владивостоке в великолепном здании бывшего Коммерческого училища был создан Промышленно-экономический техникум — ПЭТ (позднее ВИТ — Владивостокский индустриальный техникум).

Начиная с третьего курса нас разбили на группы по трем специальностям: лесохимическая, кожевенная и жировая. Я выбрал последнюю: технологию жиров и масел.

Летнюю практику я провел в лаборатории университета, и там состоялась встреча с человеком, определившим весь мой дальнейший жизненный путь ученого, — с Евгением Ивановичем Любарским. Е.И. был питомцем Казанского университета, сотрудником и другом академика А.Е.Арбузова. Широко, на европейском уровне образованный химик, он избрал практическую лесохимию предметом своей активной деятельности, много разъезжал по Сибири и Уралу. Из нескольких изданных им книг мне запомнилась одна: «Живой и мертвый терпентин», ссылки на которую я встречал много лет спустя.

В первую мою химическую практику (а ей за год до того предшествовала так называемая рабочая практика, которую я провел на винокурном заводе) мне было поручено исследовать состав местного макового масла (напомню, химия и технология жиров и масел — выбранная мною специальность в техникуме). В процессе этой работы мне предстояло освоить методы определения химических констант масла — коэффициентов кислотности, омыления, йодных чисел и других основ жирового анализа того времени. С этой работой я как будто справился удовлетворительно, потому что был далее допущен к участию в главных исследованиях кафедры — работах по сопряженной гидрогенизации. Идея этой работы

Публикуется по изданию: О.Б. Максимов. Воспоминания. — Владивосток: ДВО РАН, 2002. — 200 с., ил. — (сер. Наука в лицах).



была проста: нужно было подобрать пару веществ, из которых одно было бы богато водородом и способно его отщеплять в присутствии катализатора при температуре реакции, а второе — в тех же условиях его присоединять. Такой каталитический перенос водорода должен был приводить к получению веществ более ценных, нежели исходные. В качестве акцептора водорода Евгений Иванович избрал растительные масла. Известно, что продукция жидких растительных масел значительно превосходит продукцию твердых жиров (в основном животных) и в последних постоянно ощущается недостаток. При насыщении водородом жидкие масла превращаются в твердые (гидрированные). Вторым компонентом были выбраны спирты. Они должны были превращаться в альдегиды, высокорекреационные вещества, расходуемые в больших количествах при производстве искусственных смол (например, бакелитов). Е.И. стремился привлечь к разработке множества вариантов этой реакции молодежи. Беседы с ним, его рассказы о казанской школе химиков были очень поучительны и способствовали нашему увлечению исследовательской работой.

В ту пору основным объектом рыбного промысла в Приморье была сардина иваси. (В 1930 году О.Б.Максимов начал работать в теххимическом отделе ТИРХа — Тихоокеанского института рыбного хозяйства, ныне — ТИНРО. Его руководителем стал Евгений Федорович Курнаев. — *Ред.*) По всему побережью были созданы рыбные промыслы, выстроены ряд консервных заводов с установками, перерабатывавшими отходы на жир и тук (удобрения. — *Ред.*). Поскольку иваси была совершенно новым объектом промысла, отсутствовали какие-либо сведения о ее химическом составе и невозможно было судить о пищевой и технологической ценности продуктов ее переработки. На нашу долю выпала задача установить химические показатели жира из разных частей этой рыбы (головы, тушки, внутренностей). Нужно было заготовить представительные серии проб на протяжении всего промыслового сезона. Кроме того, от нас требовали провести технологическое обследование работы утилизационной установки для сокращения потерь и улучшения качества жира.

Мне приходилось несколько раз выходить в море на ночь на рыболовных ботах (кавасаки), чтобы при выборке сетей отбирать различных рыб, попадавших в виде прилова. После того как с вечера невода были расставлены, можно было, растянувшись на палубе, спокойно коротать ночь на мерно покачивающемся судне. Влажный туман, набегавший, как правило, к утру, заставлял кутаться в брезентовый плащ. Но с первыми признаками рассвета все принимались выбирать сети, и тут наступало азартное ожидание большого улова, а также различных сюрпризов, которые дарило море. Пару раз в сети попадалась крупная, почти двухметровая сельдевая акула, и это было бедствием для рыбаков, так как она в ключья рвала сети. Чаще же сети приносили колючую акулу, а также анчоусов, молодь скумбрии и, главное, огромные массы иваси. Бывал такой улов, что часть сетей приходилось оставлять в море, чтобы не слишком перегружать утлое суденышко, и приходиться за ними повторно.

Недалеко от поселка на острове Путятин расположено небольшое озеро, заросшее лотосом. Говорили, что лотос был завезен сюда бывшим владельцем острова, купцом Шевелевым. Когда лотос зацвел, мы часто приходили к этому озеру полюбоваться его мощной красотой. Как-то раз перед короткой отлучкой в город я попытался добраться до него, чтобы привезти хотя бы один цветок для мамы и Оли (сестры О.Б. — *Ред.*), при этом я весь в кровь исцарапался о его колючие стебли, надежно защищавшие это чудо дальневосточной природы. Но все это было лишь романтическим обрамлением моего тогдашнего быта, а основа его — тягостная отвратительная работа на утилизационной установке, перерабатывавшей мгновенно загнивавшие в летнюю жару головы и рыбы кишки. Я настолько пропитался «ароматом» рыбьего жира, что мои соседи по комнате всерьез советовали мне переселиться на чердак.

К тому же мастер утильустановки меня невзлюбил, всячески пытался мешать работе, вообразив своей глупой головой, что я претендую на его место. Вероятно, мне следовало распить с ним бутылку и договориться о «сферах влияния», но тогда мальчишеская задиристость и мысли об этом не допускала. Несмотря на все его ухищрения, мне удалось выявить основные причины происходивших потерь и предложить способы их устранения. Разумеется, все было принято в штыки, и это стало для меня первым опытом внедрения науки в практику, который в дальнейшем пополнялся подобными же примерами.

Приближался сентябрь. Мы упаковали многочисленные собранные образцы на кавасаки и отплыли в город. В Золотой Рог вошли уже затемно. Еще на рейде до нас донесли городские ароматы, которые обычно не замечаешь, но для наших отвыкших носов они оказались первыми вестниками приобщения к привычной жизни.

В здании «шефнеровки» (лаборатории университета, находившейся в бывших Шефнеровских казармах. — *Ред.*) отключено паровое отопление, был отключен водопровод, и в лаборатории воцарилась Арктика. Мы все сбились в одну комнатушку, где стояла старинная печь для элементного анализа по Дюма, состоявшая из большого бензинового бака и ряда горелок, обогревавших трубку для сжигания. Чередуясь, мы приходили за пару часов до работы, запускали эту печь, и в комнатке держалась температура 8—10 градусов. Такая температура отчасти нам благоприятствовала, поскольку мы были заняты бромированием жирных кислот при отрицательной температуре, но вот весы в этих условиях вели себя весьма своеобразно. Помню, с какой неохотой покидали мы этот теплый уголок, чтобы сходить за нужным реактивом в большой замороженный зал. Чаще Лена сама вызывалась сходить туда, так как мы досаждали ей курением и изрядно-таки вольными разговорами. За эту ее готовность мы прозвали ее «In das kalte Zimmer das laufende Madchen» («девушка, вбегающая в холодную комнату»).

Я не могу восстановить в памяти дату, когда состоялся переезд ТИРХа в новое прекрасное здание на углу Алеутской и Светланской улиц. Но наша первая публикация в 11–12 номерах журнала «Маслободно-жировое дело» (1932) подготовилась к отправке в редакцию уже в новом помещении.

Как бы я ни стремился в этих записках избегать освещения специальных вопросов, здесь мне все же придется сказать несколько слов о существе наших химических исследований. Жиры — это сложные эфиры глицерина и различных жирных кислот (глицериды). Среди последних встречаются насыщенные (пальмитиновая, стеариновая и др.), моноеновые (ен — символ ненасыщенной двойной связи — например, олеиновая), диеновые, содержащие две двойные связи (линолевая), триеновые (линоленовая), тетра-, пента-, гексаеновые. В жирах наземных животных, растительных маслах содержатся преимущественно кислоты с 0–3 двойными связями. При анализе их разделение производилось путем перевода в бромиды (бромированием), то есть присоединением брома к двойным связям.

Бромиды различались растворимостью в органических растворителях (так, тетрабромиды не растворялись в петролейном эфире, гексабромиды — в этиловом эфире), а также содержанием брома. С помощью этой методики удавалось ха-

рактизовать состав жирных кислот наземных жиров. У водных животных жиры содержат в преобладающих количествах и более ненасыщенные жирные кислоты с 4–5–6 двойными связями; эти кислоты дают бромиды с высоким содержанием брома, и этот признак был единственным, по которому устанавливалась примесь, например, рыбьих жиров к растительным маслам.

Главной новинкой нашего первого сообщения был тот факт, что бромирование жирных кислот жира иваси как в этиловом, так и в петролейном эфире давало бромиды с содержанием брома около 70%, то есть это производные кислот с 4–6 двойными связями. При этом выход нерастворимых бромидов из петролейного эфира вдвое превышал таковой, полученный в этиловом эфире. Следовательно, действительное содержание высоконенасыщенных жирных кислот (с 4–5–6 двойными связями) в типичном рыбьем жире (иваси) оказывалось вдвое выше того, которое оценивалось так называемой октробромидной пробой; часть (половина!) этих кислот образовывали бромиды, растворимые в этиловом, но нерастворимые в петролейном эфире. Я так подробно останавливаюсь на этих результатах потому, что обнаруженные факты послужили далее основанием для серии работ, проливших новый свет на особенности состава жиров рыб и морских животных. Наше сообщение в журнале было замечено и впоследствии многие десятилетия цитировалось в монографиях по химии жиров. (В самом деле, это было важное открытие. Сейчас полиненасыщенные морские жирные кислоты считаются важными кардиопротекторными компонентами пищи. — *Примеч. автора.*)

Мы с Михаилом (Михаил Белопольский, товарищ О.Б. по работе. — *Ред.*) старались все совместные работы публиковать вместе, но, поскольку инициатива постановки опытов бромирования в разных растворителях принадлежала мне, а одно время встречала даже его противодействие, мы согласились, что специальную работу по полибромидам выполню и опубликую я один. Михаилу же в порядке компенсации была предоставлена возможность отдельно опубликовать интересные результаты по исследованию жира охотского бурого медведя. В летнее время, когда в реки Приохотья заходят последние практически все виды дальневосточных лососевых, медведи питаются преимущественно рыбой, и их собственный жир становится по составу близким жирам лососевых.

Итак, начало большой серии работ было положено, и выход последующих сообщений лимитировался во времени только возможностями их публикации, в ту пору очень ограниченными.

Перед нашей лабораторией в тот период была поставлена новая и трудная задача. Жировой дефицит в стране, а также зарождающийся китобойный промысел, суливший стать источником новой жировой продукции, естественно, привели к необходимости использования в пищу морских жиров. Чтобы лишить их специфического запаха и превратить в твердый продукт, необходимо было присоединить водород к двойным связям их жирных кислот, то есть прогидрировать. В городе Уссурийске (тогда — Ворошилов-Уссурийский) незадолго до того был пущен гидрогенизационный завод, перерабатывавший жидкие растительные масла (подсолнечное, соевое) в саломас — твердое растительное сало. Первые попытки гидрирования ивасевого жира, предпринятые заводом, были неудачны. Нам с Михаилом было поручено разобраться в причине этих неудач.

Началась аналитическая обработка того материала, который был собран в период экспериментов по гидрированию. Времени отняла она у нас страшно много, а результаты, во всяком случае важные производственникам, оказались скудными. Было ясно, что исходный жир следует хорошенько очистить, прежде чем пускать его в столь тонкую и прихотливую обработку, какой является каталитическое гидрирование. Это мы отчасти предвидели еще до начала опытов, но попробуй тогда возразить против данной команды свыше! Увы, такова была в ту пору судьба многих научных начинаний, когда здоровая и перспективная инициатива превращалась в нелепость от понуканий и угроз высокого начальства, спешившего нажить себе политический капитал.

В это время работа в лаборатории занимала все мое время. Трудный вопрос с питанием решался просто: в ТИНРО функционировала столовая, которая кормила регулярно, хотя и бог знает чем (дежурное блюдо — пшенная бабка с морской капустой!). Впрочем, я всегда был сторонником примитивной кухни и вполне удовлетворялся ее обедами. Когда все расходились из лаборатории, мы варили чай и часто закусывали остатками рыбных консервов, которые постоянно присылались нам на анализ. Ежедневно мы засиживались до позднего вечера, но зато работа развивалась очень успешно.

Весной 1933 года я побывал в командировке в Москве и Ленинграде. Мне удалось поприсутствовать на очередной конференции по кинетике и катализу, которая проходила при Карповском институте. Она была немногочисленной (человек 70–90), но на ней собрался весь цвет советской науки (Рогинский, Фрумкин, Дубинин, Дерягин и др.), а также зарубежные гости (Поляни и Эйринг). Меня интересовали вопросы механизма гидрогенизационного катализа, и я очень много получил от этого посещения. Побывал я в Ленинграде в лаборатории академика В.Н.Ипатьева (его, правда, в СССР уже не было). Лабораторией руководил тогда А.Д.Петров, и при его поддержке я пытался заказать механику лаборатории Дурасову изготовление автоклавов высокого давления, необходимых мне для работ по сопряженной гидрогенизации. К сожалению, из-за отсутствия нужной (легированной) стали осуществить это так и не удалось. Лаборатория показалась мне совсем маленькой и, сколько помню, помещалась в обычном доме с частными квартирами где-то на одной из первых линий Васильевского острова. Для получения практических навыков в работе с аппаратурой высокого давления я провел несколько операций гидрирования на автоклавах лаборатории. Мой непосредственный наставник в этих делах Илья Захарович Иванов подробно расспрашивал меня о Дальнем Востоке, Камчатке. Он собирался переехать во вновь открываемую вулканологическую станцию на Камчатке. Как мне стало потом известно, это его решение было вызвано надеждой на новом месте избавиться от пристрастия к алкоголю. Увы, это ему не помогло. Был я в ту поездку и в ГИВД (Государственном институте высоких давлений), располагавшемся вместе с Институтом прикладной химии на Ватном острове. Большое впечатление оставил автоклавный зал: длинный коридор из бетона с комнатками-клетушками, в каждой из которых стоял автоклав. Задняя стена этих клетушек была деревянной, при взрыве автоклава ее просто выносило в Неву, и других повреждений взрыв не приносил. Очень полезными были беседы с сотрудниками ГИВДа Немцовым и Молдавским, будущими узниками ГУЛАГа.

Полный впечатлений и планов на будущее, возвращался я во Владивосток. Но сразу взяться за дела не удалось: всех основных сотрудников теххимического отдела рассылали в экспедиции и на рыбные промыслы. Это называлась «помощью науки производству». Мне пришлось отправиться на опытный промысел ТИНРО, который располагался в небольшой деревушке Кошка в бухте Ольги и километрах в пяти от районного центра того же названия. Туда же парходом должны были подъехать Михаил, Лена Лаговская и кто-то еще из сотрудников. Я же выехал вместе с экспедиционным грузом на маленьком катере (марки «Ж»), который к тому же вез на буксире большую шаланду с грузом серной кислоты для йодового завода, расположенного в бухте Владимира, чуть севернее Ольги. Я был единственным пассажиром, но и мне едва нашлось место в крохотном кубрике катера. На шаланде рулевым ехал китаец, он панически боялся груза, который сопровождал (стеклянные бутылки в плетеных корзинах). Чуть крепчал ветер и поднималась качка, он начинал махать руками и что-то выкрикивать по-китайски. С погодой нам не везло. Стоило пересечь Уссурийский залив и добраться до мыса Поворотный, как крепко заштормило, пришлось на ночь прятаться в маленькую бухточку (вероятно, Малая Тазгоу). К утру ветер стих, но уже через час после отплытия нам в корму ударил форменный шквал. Опять пришлось зайти в устье реки

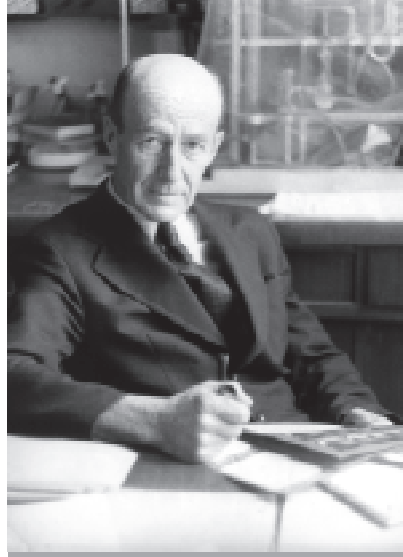
Судзухэ (ныне река Киевка. — *Примеч. автора*) и простоять там остаток дня и ночь. Помню, я там отлично порыбачил и кроме кучи красноперки вытащил солидного тайменя. Команда катера, состоявшая из трех человек, отнюдь не тяготилась происшедшими задержками. Кроме старшины, человека лет тридцати, это были почти мальчишки моего возраста.

Чуть свет отправились дальше. День разгулялся; расположившись на крыше кубрика, я с живейшим вниманием наблюдал за уходящими назад обрывистыми скалами, всплесками каких-то крупных рыб или дельфинов, напуганных шумом нашего движка. Время от времени нам встречались кавасаки, возвращавшиеся с ночного промысла с сетями, полными иваси, ближе к полудню обогнал какой-то обшарпанный ржавый пароходик. Но погода опять стала портиться, небо затянулось мглой, поднялся сильный юго-восточный ветер. Нас стало бросать с борта на борт, и китаец на шаланде кричал уже беспрерывно. Закапризничал движок, временами он глох, потом вдруг начинал колотить со страшной силой, когда волна поднимала корму над поверхностью и обнажался винт. Наконец, движок заглох совсем, и нас вместе с буксируемой шаландой понесло к берегу. Мы в это время находились прямо против устья реки Пфусунг (ныне река Маргаритовка. — *Примеч. автора*), но, чтобы зайти туда, нужно было пройти участок против ветра. Моторист и матрос корчились от морской болезни, и старшина попросил меня помочь завести двигатель. Эти паршивые дизеля с запальными свечами, сделанными из фильтровальной бумаги, пропитанной селитрой, были ужасно капризны, и наши старания ни к чему не привели. Положение становилось угрожающим. В это время из устья речки выскочил малюсенький катерок, который, подойдя к нам, принял конец и стал из всех сил подтягивать нас к устью. Как он ни пылился, но мы практически оставались на месте. Прекратилась только бортовая качка, и сразу же завелся движок. Мы лихо обогнули песчаную косу, вошли в речку и пришвартовались к небольшой деревянной пристани. Мы не знали, как и благодарить наших спасателей, однако фляжка с лабораторным спиртом была ими принята с восторгом — две недели им не завозили водку.

Все были вымотаны, но чувство избавления от опасности позволило быстро справиться с усталостью, и я решил побродить в окрестностях поселка. Чуть ли не из каждой бровки польничка, разделявшего поля, с шумом и клубами пыли вылетали выводки фазанов, причем птенцы, несмотря на начало лета, тоже пытались подняться на крыло. Число этих красавцев птиц было просто фантастическим, точно я забрел в специально культивируемый фазанарий. Но человек безоглядно эгоистичен. Мне довелось побывать в тех же местах осенью 1988 года. Сколько ни бродили мы со спаниелем вдоль полей, ни одна птица не поднялась, несмотря на отличную работу собаки...

Нам предстояло периодически проводить анализ разных частей иваси (влага, зола, жир, азот, фосфор) и заготавливать образцы жиров для последующего детального анализа. Бухта Ольги представляла для этого прекрасные возможности, так как кроме морских рыб здесь, в реке Авакумовке, можно было добывать и многих представителей пресноводных рыб. У меня, кроме того, было еще одно неприятнейшее «персональное» задание. Кто-то из руководства дальневосточной рыбной промышленности вычитал в популярном журнале ссылку на статью канадского ученого, рассказывающую о том, что им подобран такой вид личинок насекомых, которые, поедая рыбные отходы, синтезируют жир, вполне пригодный для пищевых целей. Дефицит пищевых жиров у нас в те годы был чрезвычайный, и заметка произвела на этого командира промышленности определенное впечатление. И вот последовал приказ: ТИНРО заняться изучением жира «червей», поедающих отходы иваси. Забегая вперед, скажу, что ничего путного из этой нелепой затеи не вышло, отделение мушиных личинок от рыбных костей было практически неосуществимо, в личинках содержалось сравнительно мало жира, и последний содержал те же компоненты, что и жир их пищи, т. е. иваси.

Работа у нас спорилась, Башкиров старался во всем нам помогать, и жили мы довольно весело. Вокруг промысла Кошка



**В лаборатории
1980-е годы**



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

стояла почти нетронутая дальневосточная тайга со всеми ее красотами. Купание в море занимало значительную часть нашего досуга, и даже в ненастную погоду мы бегали «купнуться». Интересно вспомнить, что в самом облюбованном нами для купания месте незадолго до того утопили большой паровой котел. Перед самым нашим отъездом пришел плавучий кран, котел вытащили и поместили на плашкоут. Ко всеобщему удивлению, из него выполз пятидесятикилограммовый осьминог. А мы-то постоянно пытались доноривать до этого злополучного котла.

Наша с Михаилом работа в ТИНРО кроме массы текущих анализов для рыбопромышленности (китовые, тресковые, ивасевые жиры, арбитражные анализы и т. д.) в основном сводилась к изучению состава различных жиров пресноводной и морской фауны. Применение разработанного нами ранее полибромидного метода изучения жирнокислотного состава принесло особо наглядные результаты именно на этих объектах. За истекшие годы в наших руках оказался уникальный материал как собственных исследований, так и накопленный из всевозможных литературных источников. Очень эффективной была помощь переводчика с японского, работавшего в ТИНРО (увы, забыл имя) и сгинувшего в последующие кровавые годы. И вот мы решили обобщить весь этот материал в монографии «Жиры морской и пресноводной фауны», но это было делом будущего, а пока в институтах Министерства рыбной промышленности началась кампания по присуждению ученых степеней и званий. У меня к тому времени было уже около 20 опубликованных и принятых в печать работ, у Михаила чуть меньше. Кроме того, у меня был университетский курс, а у него только техникум, но многолетнее заведование лабораторией выравнивало его шансы. И вот ТИНРО возбудил ходатайство о присуждении нам ученой степени кандидата и звания научного сотрудника первого разряда, что было эквивалентно нынешнему старшему научному сотруднику.

Олег Борисович не успел получить диплом кандидата наук. 28 декабря 1936 года его арестовали, и начался долгий колымский период его жизни. Об этом периоде можно прочитать в статье Максимова «Химик на Колыме», опубликованной в нашем журнале в № 3 за 1997 год. Во Владивосток он вернулся только в 1960 году, почти пятидесятилетним, без степени и даже без университетского диплома. Олег Борисович сумел еще немало сделать в науке. Он разработал новые методы анализа очень сложного объекта — гуминовых кислот, и многие посвященные им работы стали классическими. Он развивал новые взгляды на происхождение углей, положил начало исследованиям биологически активных веществ из морских организмов и дальневосточных растений. Об этом Олег Борисович написал две статьи для нашего журнала: «Бордовый доллар» (1998, № 9–10) и «Приморский парадокс — маакия» (1999, № 3).

Зов предков

Николай Дубихин

Авк не помнил своего рождения. Словно очнулся от долгого тяжелого сна.

Он обнаружил себя в упругом просторном коконе. Огромный мир смотрел на новорожденного из-за мягких полупрозрачных стен. Там проносились гигантские тени, а где-то далеко вверху маячило мутное пятно, источавшее слабый свет.

Первые дни Авк только и делал, что ел и спал; вязкая жижа, в которой покоилось его тело, была теплой и вкусной. Безмятежность окутывала, пеленала, баюкала, как заботливая мать; казалось, мир — это само спокойствие, сладкое ленивое забытьё.

Но вскоре, когда почти сформировались глаза, а пленка кокона заметно истончилась, Авк обнаружил, что тут он не один такой. Рядом, слипшись друг с другом, плавали сотни таких же коконов, внутри которых оживали маленькие гибкие тела — его братья и сестры. Это обрадовало Авка — теперь он не одинок. Еще немного, показалось ему, и он, вырвавшись на свободу, встретится с такими же, как и он сам. То же чувство — нетерпение — испытывали и другие, его братья и сестры: они раскачивали свои коконы, ударялись об их стенки, однако прозрачная пленка пока не поддавалась, спасая хрупкие жизни от преждевременного шага.

Но однажды случилась беда, и с того дня Авк понял, что не все в жизни так прекрасно и чудесно. Этот страх остался в нем, тогда еще беспомощном, навсегда.

Все произошло очень быстро. Он безмятежно отдыхал, насытившись, как вдруг мимо него пронеслась тень неведомого существа. На миг Авк увидел огромные немигающие глаза, раскрытую пасть, в которую запросто поместились бы десятки таких же, как и у него, коконов. Леденящий ужас сковал Авка — он не мог шевельнуться, только смотрел... Чудовище сделало круг в мутном пространстве и упало вниз, туда, где лежала прозрачная белесая живая гора. Беззубый рот открылся, рванул массу со всей силы и то, что смог оторвать, сразу же проглотил. Кокон Авка закачало как от сильного ветра, пленка, склеивающая коконы, лопнула и понеслась вверх неправильными шариками. Чудовище резко ушло в сторону, подняв еще большую волну густого воздуха. Стало необыкновенно тихо. Только еле раскачивающийся, словно в замедленной съемке, кокон, рядом с которым, как листья, опадали полупрозрачные кусочки бывших жизней.

С тех пор он стал бояться наружного мира. Поэтому, когда в положенное время кокон лопнул, Авк не спешил выбираться из него. К тому моменту он значительно подрос, окреп, чувствовал в себе силы, но страх мешал выйти. И лишь когда голод заявил о себе в полную силу, Авк медленно выпорхнул в мутный тягучий воздух. Задохнулся на секунду, потом полетел, нырнул вниз и, стелясь над самой землей, наконец спрятался в тень гигантского зеленого листа. Замер, ожидая погони неведомого хищника. Однако вокруг было спокойно, и тогда Авк позволил себе выглянуть из убежища и осмотреться.

То, что он, уже не стесненный стенками кокона, увидел, поразило его, заставив на время забыть о страхе. Мир действительно огромен — настолько, что не хватит и тысячи глаз, чтобы увидеть и объять все сразу!.. Авк находился под деревом, гигантские ветви которого, усыянные листвой, уходили вверх, где терялись в пыльной дымке. Все огромно. И вскоре Авк понял, что в этом мире

все должно быть огромным, и сразу привык к этому. И те горы, лежащие вдалеке, и тот синеватый лес, что растет справа, густой, медленно раскачивающийся под неторопливыми порывами ветра. Песок внизу крупный, блестящий. Блестящий потому, что далекое солнце, зависшее в бездонном небе, бросает лучи во все стороны — тысячи огненных стрел, пронзающих мир. Воздух переливается блестками, шары неведомого газа поднимаются из расщелины, отражая на своих боках солнце. И повсюду кипит жизнь. Сотни таких же, как он, Авк, черных продолговатых существ бесшабашно режутся в воздухе. Странно, как им не страшно? Так думал Авк, глядя на них.

Мимо пролетел маленький продолговатый шарик. Он был настолько легок, что летел без крыльев, подхваченный слабым ветром. Живо шарик — красненький, бессознательно болтает лапками, слепая морда хватается воздух. Авк подлетел поближе, пригляделся. Обнаружив опасность, шарик замер, сжал лапки, превратился в неприметную песчинку. «Притворяется!» — догадался Авк и, чувствуя голод, открыл рот. Проглотил. Оказалось — вкусно!

Рядом он заприметил еще несколько шариков — все как на подбор аппетитные, влекущие. И тут понял: вот почему они не прячутся — охотятся! И стал проглатывать их одного за другим.

Насытившись, он снова спрятался под лист, но уже неторопливо, вяло. Выглянул, вновь посмотрел на мутное небо. И вдруг странное желание возникло в нем. Он представил, как мчится навстречу солнцу, свободный, быстрый, как взлетает к самой вершине мира, туда, где трепещет пульсирующей жилкой огненное великолепие — горячий пылающий цветок жизни. Ощущение скорости, безумного полета!.. Авк почти поддался странному внутреннему зову, но тут вспомнил страшные немигающие глаза. Наваждение схлынуло, осталась неприятная дрожь во всем теле — будто что-то не успел, не совершил.

Жизнь потекла своим чередом. Авк питался красными шариками, пробовал есть еще синие и зеленые листья, но те, хоть и оказались съедобными, были на редкость пресными, невкусными. Старался не высовываться далеко, огромный лист стал его домом. Часто смотрел на небо. Да, туда, в прозрачную вышину, Авка тянуло все сильнее. И он давно бы отважился пуститься в полет (хотя бы посмотреть, где кончается его дерево), но страх сковывал волю. Там, в сверкающей высоте, проплывали странные гигантские тени...

Однажды Авк столкнулся с сородичем. Тот никак не мог вытащить из земли бежевого извивающегося червя. Авк помог, и вместе они быстро справились с добычей. Тут и познакомились. Куи был старше Авка, крупнее, с более смелыми и широкими взглядами на жизнь. Когда Авк заявил, что повсюду подстерегают опасности, Куи только отмахнулся:

— Брось ты! Как же жить, если всего бояться?

— Да, но могут и съесть!

— Всегда кого-нибудь съедают. Ты вот тоже кого-то ешь.

— Да, но все равно не хотелось бы попасть на ужин к какому-нибудь чудищу.

— Это же эволюция, брат! Если никто никого не будет съедать, все умрут с голода. Поэтому все едят, но выживают только сильнейшие.

— Более осторожные?

— Запомни: жизнь в постоянном страхе — не жизнь, а мучение. Нужно тренировать себя, закалять волю. Вот, например, у тебя есть заветная мечта, которую страшно исполнить?



Художник П. Перевезенцев

ФАНТАСТИКА

— Есть, но... Я всегда мечтал увидеть верхушку моего дерева, под которым живу. Но там так опасно, эти тени...

— Ну и что тогда ты сидишь? Полетели! — Куи выпорхнул и завертелся в воздухе.

— Ты думаешь, это хорошая мысль?

— Самая хорошая.

Авк неуверенно взлетел, Куи ждал его, забавно извиваясь в воздушных потоках.

— Смотри, сегодня отличный день, как раз подходит для исполнения желаний. Ну что, вперед? Догоняй!

Не успел Авк ответить, как Куи сорвался с места, помчался по спирали вверх вокруг зеленого ствола и раскидистых мясистых листьев. Ничего не оставалось, как ринуться следом. И тут Авк вновь ощутил, как внутри него зажегся некий огонь. То, что, прячась, жило в душе, будто за шторами животного страха, заклокотало, готовое выплеснуться наружу. Это открыло, добавило уверенности. Закружилась голова, воздух хлестал по телу, хотелось лететь все быстрее и быстрее, забыв обо всем на свете.

— Ого, разошелся! — воскликнул Куи, когда Авк не только догнал его, но и пошел на обгон.

— Я счастлив, Куи! Как же чудесно!

Они остановились, лишь когда достигли макушки дерева, увенчанного порослью молодых (и, как выяснилось позже, сладких) листьев. Отсюда все казалось по-другому. Земли не видно, даже горы выглядят призрачными, ненастоящими, все в дымке. То тут, то там из мути вырисовываются стволы деревьев-великанов, уходящих в высоту. Земля исчезла, зато небо теперь еще ближе, развернулось во всю необъятную ширь. И воздух там, в вышине, — прозрачный, чистый.

— Ты знаешь, что наш мир состоит из двух слоев воздуха? — спросил Куи.

— Как это? — удивился Авк и сорвал нежный сочный лист.

— Первый, нижний, слой — густой, вязкий, наполненный пылью. Мы сейчас в нем. Здесь все умеют летать, ведь это несложно: плотность воздуха высока и хорошо держит даже бескрылых тварей.

— А второй слой? — Авк надкусил лист, и сладкий сок брызнул во все стороны.

— Второй — совсем другой, сухой, горячий. Мы не смогли бы там летать, разве что ползать по земле как червяки.

— Странно... Если там так плохо, то почему меня тянет наверх? Неудержимо!

— Тебя тоже? — усмехнулся Куи. — Не знаю. Видимо, это предначертано судьбою. Зов предков. Они живут в нас — отважные и гордые герои, готовые совершить подвиг во имя великой цели.

— Герои?

— Точно. То, что заложено предыдущими поколениями, взывает к нам, и мы не в силах противиться их воле.

— Зов предков?

— Да, именно. Некоторые называют это врожденным инстинктом, но название «зов предков» мне нравится больше. — Куи долго смотрел в небо, затем добавил: — Когда-нибудь мы сможем подняться выше первого слоя, проникнуть в святая святых бытия. Там, говорят, мир совсем иной, другие законы, даже дышится по-другому. Может, не зря нас туда тянет? Возможно, нам откроется что-нибудь такое, о чем мы даже не подозреваем.

— Куи, осторожно! — вдруг закричал Авк.

Мелькнув совсем близко, черная тень превратилась в огромное блестящее тело. Хлопнула пасть, но Куи ловко увернулся. Чудовище осталось ни с чем: промахнувшись, не успело затормозить и пролетело мимо, как комета.

— Уходим вниз! — опомнился Куи.

Однако чудовище пошло на разворот, делая большую дугу вокруг дерева. Теперь Авк рассмотрел его как следует. Что поразило, так это чешуя. Казалось, чудовище заковано в блестящие доспехи. Чешуйки плотно прилегают друг к другу, поэтому и сомнений нет — оно неуязвимо. И еще: огромные немигающие глаза, круглые, желтые, голодные; пасть усеяна рядами крепких крошечных зубов; красноватые крылья легко отталкивают воздух, создавая огромную скорость; раздвоенный хвост... Машина убийства, мощная, непобедимая!

— Авк, уходим!

Они помчались вниз, огибая на скорости ветви и почти не разбирая дороги. Хищник было пропал, но шестое чувство подсказывало, что тот близко. И тут Авк вдруг ударился обо что-то большое и холодное. И его сковал ужас: оказалось, он врезался в само чудовище, которое преследовало их по пятам. А Куи — он куда-то пропал.

— Нет! Не может быть! — не помня себя, закричал Авк.

Чудовище удивленно глянуло на него и даже приоткрыло рот. А Авк завопил — желание отомстить за погибшего друга придало ему сил:

— Мои предки были героями! Да! — И с разбегу ударил головой в страшный пульсирующий глаз. Чудовище отпрянуло, из его открытой пасти выпало измятое, искореженное тело.

— Куи, ты как? — Авк подхватил его, медленно понес вниз, не обращая внимания на застывшего хищника, из глаза которого сочилась мутная кровь.

— Пропал я, Авк, — прохрипел Куи. — Чертова эволюция, будь она проклята... Послушай, пообещай мне...

— Что?

— Я уже не могу идти на зов. Предки помнят героев. Ты сделаешь это? Пообещай мне, пообещай, что выберешься наверх. Нужно все-таки узнать, что там такое.

— Да, конечно. Я обещаю...

Вечером Куи умер. Позже Авк часто размышлял о своем обещании. Он становился все сильнее, рос на глазах. С ненавистью смотрел на небо, копил силы для последнего броска. Зов предков звучал все громче. Это был набат, который звал и звал.

Прошло время, и вдруг Авк отметил, что чудовища уже не выглядят такими огромными и страшными, как прежде, а мир вокруг стал привычным и даже слегка однообразным. Авк не мог больше ждать.

Оттолкнувшись всеми четырьмя перепончатыми крыльями, он взмыл вверх, мощно, сильно, под стать тем древним, о которых слагали легенды. Все выше и выше неся он, словно Икар, решившийся достичь солнца. И вот она, пленка, разделяющая два мира! Авк пробурлил ее, и тут... Сухой воздух не удержал его, и он рухнул на верхушку исполинского дерева, берущего свое начало еще из нижнего слоя.

— О боже! — вырвалось из груди.

Такого Авк еще не видел. Далекое небо, четкое, синее, аж захватывает дух. Деревья, которые в тысячи раз больше, чем в нижнем мире, достают до небес, стоят неприступной стеной. Воздух — обжигающий, холодный, однако прозрачный и легкий.

— Да, ради этого стоило!

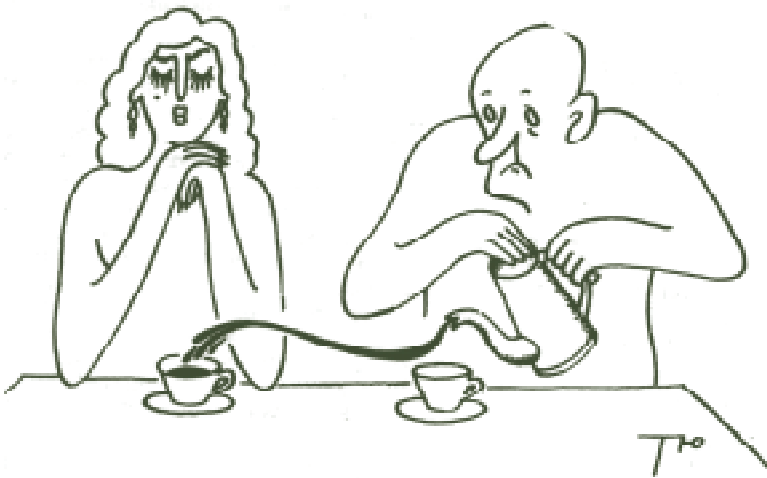
И Авк ощутил, что чувства буквально разрывают его на части. Он набрал воздуха в легкие и, как мог, запел. Песня вышла громкая, победная. Боль и отчаянье, безбрежная радость и великое счастье...

Два человека удивленно таращились на выползшее существо.

— Смотри, — сказал один, — сумасшедшая жаба! Не сезон, а она разошлась.

— К теплу, — ответил второй.

На прозрачном безоблачном небосводе тихо искрилось спокойное солнце. А из маленького болотца, заросшего осокой и камышом, надрывно звучало одинокое кваканье.



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Корица против диабета

Американские ученые обнаружили, что половина чайной ложки корицы при ежедневном употреблении значительно понижает содержание сахара в крови.

Ричард Андерсон и его коллеги из Исследовательского центра в Белтсвилле (штат Мэриленд), занимающегося проблемами питания, о благотворном влиянии корицы узнали совершенно случайно. Они изучали воздействие широко распространенных продуктов на уровень сахара, и одним из них был любимый американцами яблочный пирог, в который обычно кладут корицу. По идее, сладкая пища должна повышать содержание сахара. Однако результат оказался прямо противоположным.

Активное вещество корицы — растворимое в воде полифенольное соединение МНСР. В «пробирочных» тестах оно действовало аналогично инсулину, усиливая его эффект. Известно, что инсулин понижает содержание сахара в крови, увеличивая использование клетками глюкозы. Основные источники ее — сахара и крахмал. У больных с диабетом первого типа организм производит недостаточно инсулина, у страдающих диабетом второго типа инсулина достаточно, но клетки утратили чувствительность к нему (по сообщению агентства «New Scientist» от 24 ноября 2004 г.).

Клинические испытания корицы были проведены в Пакистане. Добровольцы с диабетом второго типа принимали один, три или шесть граммов порошка корицы в день, в капсулах после еды. Через несколько недель содержание сахара у них в крови стало в среднем на 20% ниже, чем в контрольной группе, а у некоторых даже достигло нормального уровня. Однако при прекращении приема корицы сахар снова пополз вверх. При этом выяснилось, что у корицы есть и другие положительные свойства — она снижает содержание жиров и холестерина, нейтрализует свободные радикалы. Выходит, не зря Карлсон, который живет на крыше, предостерегал фрекен Бок: «Ну и плюшки! Деньги дерешь, а корицу жалеешь! Берегись!»

«Я не советую есть больше плюшек с корицей и яблочных пирогов, поскольку в них все же слишком много жиров и сахара, — говорит Андерсон. — Надо просто добавлять корицу в обычную пищу». Например, посыпать коричневым порошком тосты, добавлять его в кофе или сок. А можно просто размочить в чае палочку душистой пряности.

Е. Сутоцкая

Пишут, что...



...через 7 миллиардов лет одна сторона Земли будет всегда обращена к Солнцу и покрыта океаном расплавленной магмы, противоположная сторона окажется подо льдом, а вдоль пограничного меридиана ожидаются осадки из натрия, калия, кремния, магния и железа («New Scientist», 6 декабря 2003, с.36–39)...

...важнейшая задача современной космологии — понять, как закончилась эпоха космических «темных веков» («The Astrophysical Journal Letters», 2003, т.596, № 2, ч.2, с.L135)...

...для запуска космических комплексов в ближайшую окрестность Солнца можно использовать конверсионные носители «Днепр», если применить многократные гравитационные маневры («Космические исследования», 2003, т.41, № 5, с.459)...

...доля России в мировых запасах нефти составляет 12–13%, газа — 32%, угля — 11%, железа — 26%, никеля — 36%, кобальта — 18%, свинца — 10%, цинка — 15%, при этом из недр России извлекаются 9–10% мировой добычи нефти, 24% газа, 20% никеля и кобальта, 5–7% угля и железных руд («Горный журнал», 2003, № 10, с.4)...

...ученые идентифицировали около 250 видов земных микроорганизмов, живущих внутри пилотируемых космических кораблей («Барьер безопасности», 2003, № 2)...

...доля пиратского программного обеспечения в России составляет 91% («Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права», 2003, № 12, с.2)...

...ветроустановки, используемые на Украине, нарушают работу сотовых телефонов и радиоприемников в радиусе 2 км из-за плохого экранирования электромагнитных полей генератора («Экология и промышленность России», 2003, ноябрь, с.25)...

...в реконструкции климата на Земле, каким он был сотни лет назад, важную роль могут сыграть корабельные журналы («New Scientist», 6 декабря 2003, с.40–43)...

Пишут, что...



...РНК в природе не только передает информацию от ДНК к белку, но и может заставить «замолчать» ген; этот механизм планируют использовать в лечении нейродегенеративных заболеваний («Environmental Health Perspectives», т.1, № 15, с. А809)...

...построена нелинейная математическая модель, объясняющая нейронный механизм акустической иллюзии («Chaos. An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science», 2003, декабрь, т.13, № 4, с.1226)...

...в Махачкале проведено исследование аутофлуоресценции желудка на ранних стадиях заболевания гастритом («Оптика и спектроскопия», 2003, т.95, № 5, с.874–879)...

...определение общего содержания озона в атмосфере по ослаблению солнечного ультрафиолета может давать ошибочные результаты из-за присутствия водяного пара, причем величина поправки иногда составляет десятки процентов («Оптика атмосферы и океана», 2003, № 11, с.976–979)...

...бородатые профессора воспринимаются студентами как менее дружелюбные и менее точные в выражениях, но более прогрессивные, чем безбородые («Schweizerische Zeitschrift fur Psychologie», 2003, т.35, с.16–27)...

...для развития систем мобильной связи и телевидения в дециметровом диапазоне волн требуется дополнительно изучить, как растительность влияет на качество радиосвязи и прием радиосигналов («Радиотехника и электроника», 2003, № 11, с.1285)...

...есть основание полагать, что очередной минимум запасов минтая в Охотском море пройден и через 3–5 лет следует ожидать роста запасов и вылова этой рыбы («Рыбное хозяйство», 2003, № 5, с.30)...

...в пойме р.Городни на территории Москвы обитает более 70 видов птиц («Мир птиц», 2003, № 2 (26), с.20–21)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Глобальное потепление вызвали древние земледельцы?

Уильям Рудиман из Шарлоттсвилля (Вирджиния, США) считает, что в результате деятельности человека глобальное потепление началось задолго до индустриальной революции. Вырубка лесов под пашни и орошение земель могла оказать сильное влияние на климат Земли. По словам ученого, если бы человек разумный 8 тысяч лет назад не занимался активно сельским хозяйством, наши зимы были бы заметно холоднее.

Согласно расчетам Рудимана, к началу индустриальной революции глобальная температура уже поднялась в среднем на 0,8 градуса Цельсия, а в верхних широтах — на 2 градуса. Этого было достаточно, чтобы отодвинуть очередной период оледенения. Современные зимы в верхних широтах были бы на 7 градусов холоднее без доисторического «вклада» парниковых газов, утверждает исследователь (по сообщению агентства «Nature News Service» от 10 декабря 2003 г.).

Концентрация парниковых газов колеблется циклически. Небольшие колебания орбиты Земли меняют количество солнечного излучения, достигающего нашей планеты. Увеличение солнечной радиации каждые 22 тысячи лет вызывает разгул муссонов, который приводит к заболоченности почвы. Это, в свою очередь, увеличивает количество метана, попадающего в атмосферу. Его содержание достигает пика каждые 11 тысяч лет. Если бы природа следовала естественным циклам, содержание углекислого газа и метана в последние 10 тысяч лет должно было равномерно снижаться.

Однако количество углекислого газа в атмосфере Земли растет уже восемь тысяч лет, а метана соответственно пять тысяч лет. По мнению Рудимана, эти изменения — не природного характера. Они совпадают по времени с началом активной вырубкой лесов в Евразии 8 тысяч лет назад. Ирригация зерновых культур (риса) в Азии и разведение домашнего скота только усугубили ситуацию.

Эта неожиданная гипотеза, изложенная Рудиманом на ежегодной встрече геофизиков в Сан-Франциско, вызвала среди его коллег немало споров.

О.Баклицкая



А.В.ИВАНОВУ, Москва: Совет журнала «За рулем» удалить из алюминиевой детали застрявший в ней железный обломок путем вытравливания 10%-ной азотной кислотой, на наш взгляд, довольно-таки рискованный: это от концентрированной HNO_3 «алюминий не страдает», а от разбавленной пострадает обязательно.

М.С.ДЫЛДИНУ, Кировоград: Креветки, как и раки, краснеют при термообработке, поэтому замороженных розовых креветок нужно бросать в кипящую воду очень ненадолго, буквально минуты на три, — они и так уже вареные.

А.Б.НИКОЛАЕВСКОМУ, Санкт-Петербург: В книгах пишут, что одно кофейное деревце, живущее в горшке на подоконнике, может давать до полукилограмма зерен в год; но если говорить о личном опыте, никто из наших знакомых к этому рекорду не приблизился.

Л.В.ГРИГОРЬЕВОЙ, Смоленск: Пряность гвоздика к цветку не имеет никакого отношения: это высушенные бутоны так называемого гвоздичного дерева.

Т.П.ОЛИНОЙ, Коломна: Действительно, есть данные о лечении аллергических насморков и даже бронхиальной астмы аэрозольными ингаляциями растворов меда (такие работы делали в Болгарии в 60-е годы прошлого века), однако снимать приступы с помощью медовых растворов вряд ли можно: мед содержит цветочную пыльцу, которая и вызывает аллергию, то есть лечение, судя по всему, производилось как своего рода закаливание.

П.С.САМШИНУ, Москва: Если электронные весы показывают увеличение массы дискеты, имеющей записи, по сравнению с новой, то, вероятнее всего, вы взвешиваете грязь на этикетке и конверте; биты информации не обладают массой — скорее, использованная дискета должна быть легче новой за счет истирания дорожек.

А.М., письмо из интернета: Да, у нас бывают опечатки и описки — а у кого их нет? — и конь о четырех ногах спотыкается, и даже в классическом учебнике А.Н. и Н.А.Несмеяновых «Начала органической химии» (т.1, с. 278) фигурирует «ацетилен, используемый для ЭЛЕКТРОСварки»...

Распространителям семян каннабиса для выращивания на окне: Вам, господа натуралисты, не к нам, вам — на сайт МВД, а впрочем, после публикации в интернете вы в любом случае туда попадете; кстати, всемирный конкурс на звание самого тупого правонарушителя 2004 года уже начался!

Бассейн Хеллас, 41° южной широты,
101° восточной долготы

С.Комаров

Хроника пропавшей экспедиции-III

*Нет алых роз и траурных лент,
И непохож на монумент
Тот камень, что покой тебе подарил...*

В.Высоцкий

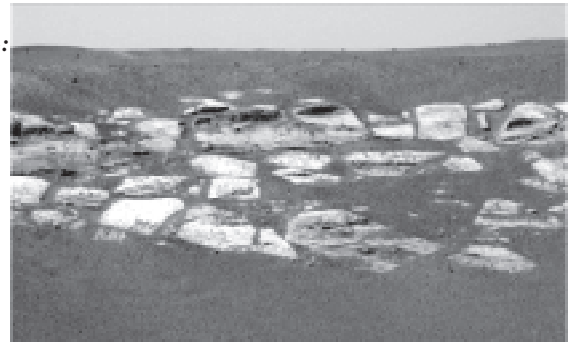
В конце 2003 — начале 2004 года, воспользовавшись великим противостоянием Земли с Марсом, к Красной планете прибыл целый флот земных космических кораблей. Это японский «Нозоми», европейский «Марс-экспресс» с посадочным модулем «Бигль-2», а также американские экспедиции «Спирит» и «Оппортьюнити». И в очередной раз планета показала, что она способна хоронить самые блестящие научные идеи, как это было, например, с «Марс климат орбитером» или «Полар лендером» (см. «Химию и жизнь», 1999, № 9, и 2000, № 1).

Японский корабль уже на подлете сгубила мощная солнечная буря. Посадочный модуль европейцев, как считают многие специалисты, сгорел в атмосфере. Впрочем, некоторые из руководителей экспедиции полагают, что он погиб еще во время полета, например, от удара микрометеорита. У «Спирита» судьба не заладилась сразу после посадки: один из шаров защитной оболочки, расположенный как раз там, где марсоход должен был съезжать с аппарели, сдулся неполностью. Пока американские ученые в течение недели разворачивали аппарат в другую сторону, он исправно передавал изображения хорошо знакомой оранжевой пустыни, усеянной черными камнями (см. «Химию и жизнь», 1997, № 12). Спустя два дня после успешного съезда с платформы марсоход подъехал к первому камню, состав которого хотел изучить, и тут случилась неполадка: при развороте зеркала инфракрасного спектрометра забарахлил контроллер программной памяти. К счастью, марсоход сохранил способность обмениваться сообщениями с Землей, и на момент подписания этого номера инженеры НАСА методично выясняли, что за информация содержится в регистрах электронного мозга и как ее следует изменить. В результате нынешний счет по орбитальным экспедициям оказался 18:21, а по севшим на Марс — 4:5 в пользу Красной планеты

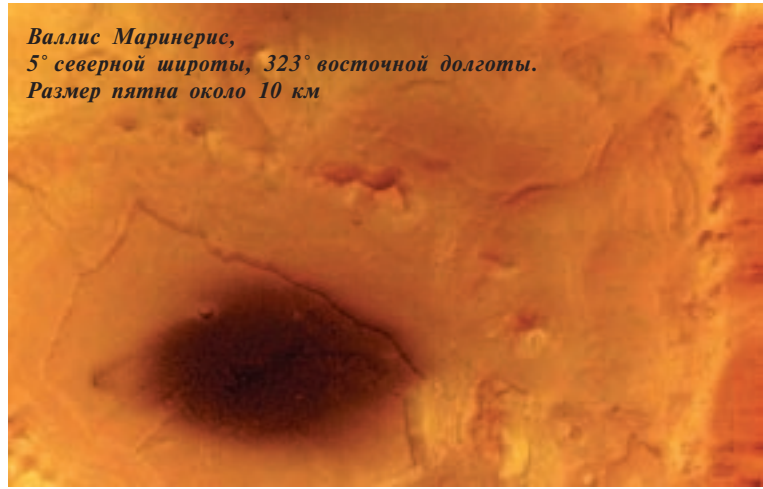
Впрочем, что касается первой экспедиции Европейского космического агентства к Марсу, то, как образно говорит



Камень для «Спирита»: его рука зависла над камнем, и память марсохода отказала



Белые плоские камни, которые будет исследовать «Оппортьюнити»



Валлис Маринерис, 5° северной широты, 323° восточной долготы. Размер пятна около 10 км

«Происхождение темного пятна не очень понятно, — говорит О.И.Кораблев. — Несомненно, это не тень, а нечто на поверхности планеты. Сейчас мы думаем, как объяснить подобные области с малым альбедо»



Использованы фотографии и рисунки НАСА и ЕКА



Это следы от швов одного из мешков защитной оболочки «Оппортьюнити». Аппарат, закутанный в мешки, несколько раз подскакивает, перекатываясь с места на место, прежде чем остановиться. Первыми идею такой посадки предложили специалисты НПО им. С.А.Лавочкина и опробовали ее на Луне. На Марс подобным образом должны были сесть малые станции экспедиции «Марс-96». А потом идею переняли американцы и европейцы

доктор физико-математических наук из Института космических исследований РАН В.И.Мороз, «Бигль» — это просто дополнительная нагрузка на корабле. А главное — орбитальный модуль, который дает очень интересные результаты. Прошел всего месяц работы, но уже удалось подтвердить, что южная полярная шапка и в конце лета состоит из твердой углекислоты. Возмож-

но, в постоянной полярной шапке запасено существенно больше углекислоты, чем в атмосфере планеты. Это значит, что атмосфера может в принципе стать плотнее, а климат на Марсе — существенно теплее, чем сейчас.

Трехмерные полноцветные изображения поверхности, которые передал «Марс-экспресс», способны заворожить и даже слегка озадачить иссле-

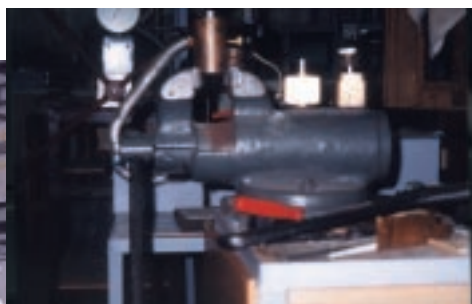
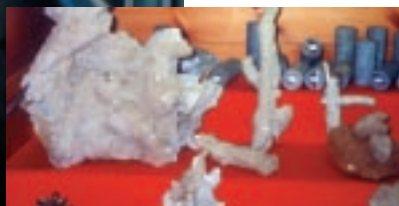
дователей. «Честно говоря, я не знаю, чем вызваны белые полосы на дне ущелий на изображении района Валлис Маринерис (см. вторую страницу обложки), — говорит зам. директора ИКИ РАН, доктор физико-математических наук О.И.Кораблев. — Это одно из первых изображений, и здесь возможны искажения передачи цветов. Съемку проводили довольно поздно, в два часа пополудни, и вряд ли утренний туман мог сохраниться до этого времени. Хотя сам факт образования туманов на Марсе в приповерхностной области известен».

Похоже, что очень интересные данные сумеет собрать и экспедиция «Оппортьюнити»: совсем рядом с местом ее посадки видны плоские камни, которые очень напоминают осадочные породы. А значит, этому марсоходу может выпасть честь первому установить, что на Марсе когда-то было много жидкой воды и она сохранялась в таком состоянии тысячи лет. Впрочем, об этом читайте в одном из летних номеров нашего журнала.

ИнформНаука. Технологии — пять инновационных идей еженедельно



С октября прошлого года мы делаем специальный еженедельный электронный выпуск новостей о технологических разработках наших и зарубежных ученых, а также о новостях инновационно-технологических центров и исследовательских центров корпораций. Чтобы подписаться на ленту, нужно прислать заявку по адресу: technomaster@informnauka.ru или заглянуть на раздел сайта www.informnauka.ru/techno. В течение месяца мы высылаем ленту бесплатно для ознакомления, далее — по подписке.



«Ваше предложение по сотрудничеству по технологической ленте новостей представляется заманчивым».

«Информационные материалы на ленте интересны и полезны. Буду рад их получать».



Академик В.М.Бузник

Академик В.А.Кабанов