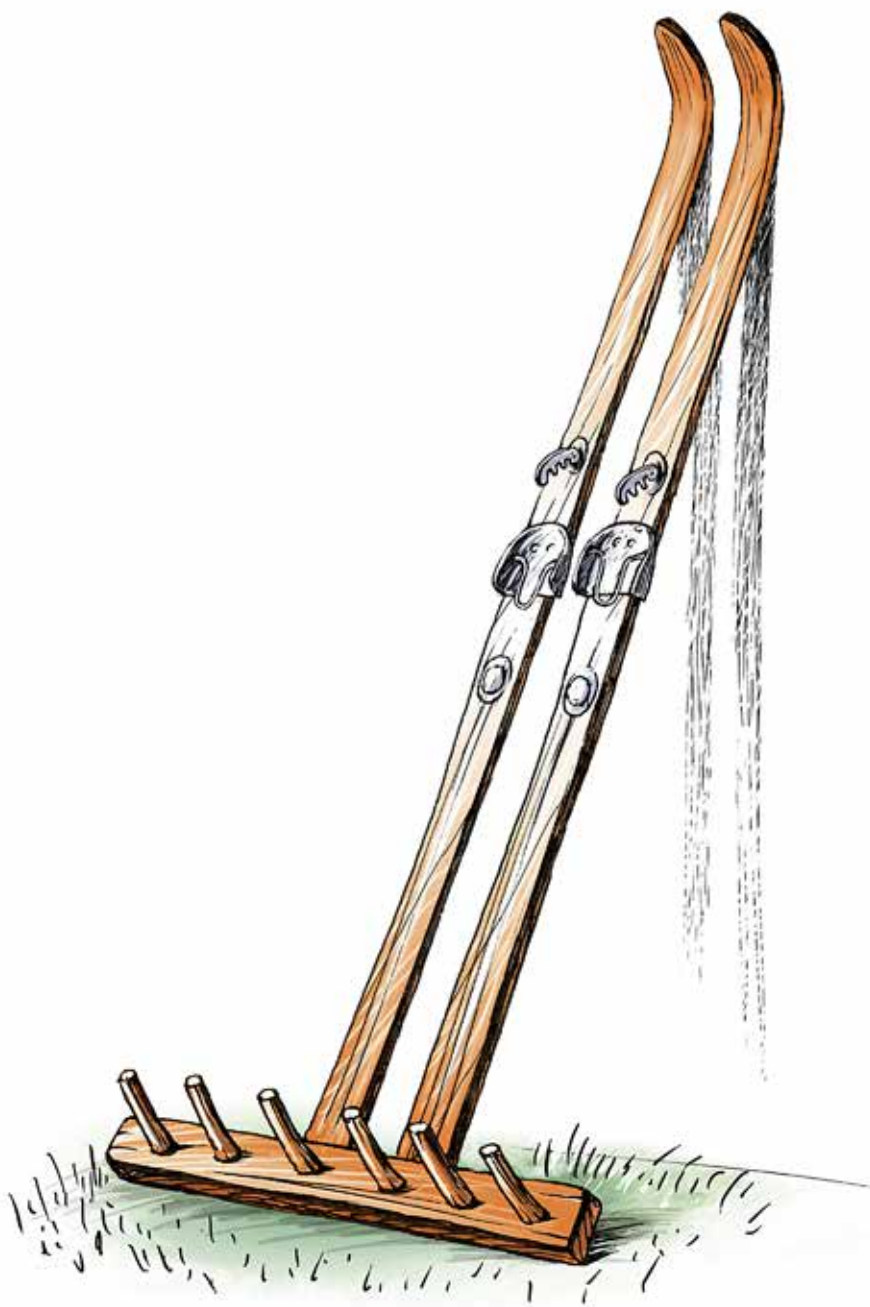




Х

9
2014

Н
З
И
Ж
И
В
И
М
И
Х





andrew jordan 1990



Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. № 014823

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альтшулер,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
Н.Л.Резник,
О.В.Рындина

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 26.05.2014

Адрес редакции
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
Телефон для справок:
8 (495) 722-09-46
e-mail: redaktor@hij.ru
<http://www.hij.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Андре Массона «Масштаб
бытия». «Цивилизация» муравьев — она
такая же, как наша, только малень-
кая, или совсем иная, хотя и похожа?
Читайте об этом в статье «Антиподы:
другая Земля» Г.Ю.Любарского.

*Знаю, знаю,
но хочу почувствовать!*

Михаил Диев

Содержание

Проблемы и методы науки

КОСМИЧЕСКИЙ МАГНИТ В НАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ
Д.Д.Соколов, Р.А.Степанов, П.Г.Фрик 2

Книги

ИСТОРИЯ ПРОРЫВА. Л.А.Ашкинази 7

Проблемы и методы науки

НОВАЯ ВЕТВЬ НА ДРЕВЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. М.М.Левицкий 10

Книги

СОЕДИНЯЮЩИЕ И РАЗВОДНЫЕ МОСТИКИ. М.М.Левицкий 12

Вещи и вещества

ХИМИЧЕСКАЯ ГРЕЛКА. И.А.Леенсон 14

Элемент №...

ИОД: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. С.М.Шихман 16

Живые лаборатории

СЛЕДЫ БЫЛОЙ ЖИЗНИ. Л.Я.Кизильштейн 18

Расследование

СУДЬБА «ЗОЛОТОГО ЧЕЛОВЕКА». С.М.Комаров 20

Фотоинформация

ПРЕВРАЩЕНИЕ НАЧИНАЕТСЯ... С.Анофелес 22

Земля и ее обитатели

ЛАСТОЧКИ В ЛЮСТРЕ. Л.В.Каабак 23

Расследование

МИФ О САМОВОЗГОРАНИИ БОЛОТА. М.В.Глаголев 24

Проблемы и методы науки

АНТИПОДЫ: ДРУГАЯ ЗЕМЛЯ. Г.Ю.Любарский 30

Дискуссии

О ПОЛЬЗЕ СЕКСИЗМА. Д.А.Жуков 36

Расследование

«ПАВЛИНА ВЕЕРНОЕ ДИВО». Н.Л.Резник 40

Нанофантастика

СТАРТ ИМПЕРАТОРА. Владимир Аникин 43

История современности

ТРИЖДЫ НАСТОЯЩИЙ ГЕРОЙ. А.Сляднева 44

ПОИСК ПРОДОЛЖАЕТСЯ. В.И.Тумаркин 46

Что мы едим

ПЕТРУШКА. Н.Ручкина 52

Фантастика

КОНТАКТ. Ина Голдин 56

Прогулки по истории химии

УИЛЛАРД ЛИББИ И ЕГО РАДИОУГЛЕРОД. И.А.Леенсон 64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	8	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	17	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	51	ПЕРЕПИСКА	64

Космический магнит в нашей лаборатории

Д.Д. Соколов,

доктор физико-математических наук

Р.А. Степанов,

доктор физико-математических наук

П.Г. Фрик,

Институт механики сплошных сред УрО РАН,

Физический факультет МГУ им М.В. Ломоносова



Мы привыкли к тому, что магнитные процессы происходят главным образом в маленьких, но важных деталях всяких технических устройств и связаны с тонкими квантово-механическими явлениями, а в статьях о них, прикидывающихся популярными, то и дело повторяется таинственное и малопонятное слово «спин». Но магнетизм бывает и в космосе, и там он выглядит совсем по-другому. Астрономы установили, что очень многие небесные тела, например Солнце или наша галактика — Млечный Путь, являются гигантскими магнитами, причем размеры магнитного поля сравнимы с размерами самого небесного тела. Вещество, из которого состоит Солнце — солнечная плазма, — очень горячее, а межзвездный газ в Млечном Пути очень разреженный. Поэтому магнитное поле в них связано не с упорядочиванием спинов, как в ферромагнетиках, а с какими-то процессами, принадлежащими к области классической физики, которую, надеемся, еще проходят в средней школе.

Космические магнитные поля существенно сильнее привычных нам полей. Не стоит сравнивать непосредственно напряженности магнитного поля в DVD-плеере, сотовом телефоне и часах с полем Солнца или галактики. Для тел очень разного размера приходится выбирать соразмерные им масштабы. Нерадивый школьник прогулял занятия и, оправдываясь, говорит, что не смог прийти до школы потому, что магнитное поле около школы было слишком велико. Нетрудно предвидеть реакцию родителей... Однако для объяснения движений космических сред это объяснение вполне естественно — именно магнитное поле Земли мешает выброшенному Солнцем облаку плазмы достичь поверхности Земли.

Магнитное поле Земли — единственный пример космического магнетизма, который можно наблюдать невооруженным глазом (рис. 1). Полярное сияние — это визуализация магнитного поля Земли заряженными частицами, подобная визуализации лазерного луча пылью в воздухе. Стрелка компаса показывает на север, потому что она сама — маленький ферромагнетик, ее свойства определяются теми самыми спинами. Но почему магнитом является сама Земля и почему ее магнитный полюс примерно совпадает с географическим?

На Земле есть месторождения железных руд, намагниченность которых кое-что вносит в геомагнитное поле, создает магнитные аномалии, например Курскую магнитную анома-

1
Полярные сияния на Земле, на снимке, сделанном с МКС (а), и на Юпитере — северное (б) и южное (в) www.ridus.ru/news/3781,

лию. Но они вносят небольшие искажения в общее (как говорят, главное) геомагнитное поле. Это поле формируется где-то в глубине Земли, а температура там достаточно высока для того, чтобы о ферромагнетиках не заходила и речь.

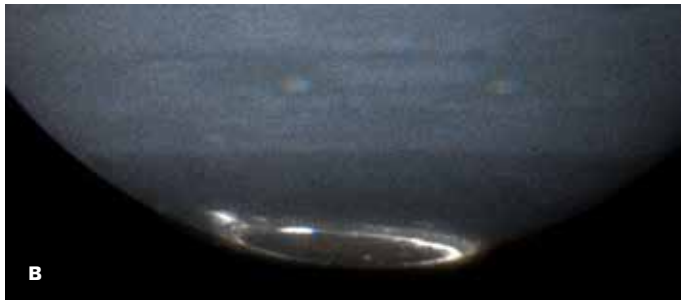
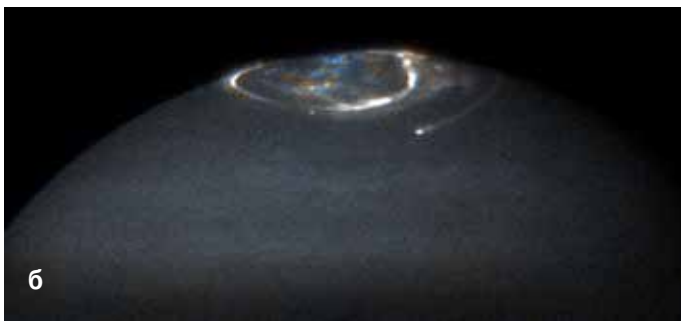
Какие процессы приводят к образованию магнитных полей небесных тел — планет, звезд и галактик? Выбор невелик: мы в области классической физики, а она знает только один процесс, который в принципе может приводить к росту магнитного поля. Это — явление электромагнитной индукции. В школе рассказывают (а иногда и показывают), что при движении проводящей рамки в магнитном поле в ней начинает течь ток. Этот наведенный или индуцированный ток тоже создает магнитное поле. Может ли случиться так, что это наведенное поле сложится с исходным так, чтобы общее магнитное поле увеличилось? Почти век назад, в 1919 году, физик Джозеф Лармор понял, что именно индуцированный ток в глубинах Солнца — единственный шанс объяснить магнитное поле нашей звезды, не прибегая к фантастическим гипотезам о каких-то новых взаимодействиях (за такими гипотезами дело не стало, но все они не выдержали сопоставления с реальностью).

Короткая заметка Лармора (в ней была всего одна страница) оказалась первым шагом в изучении процесса самовозбуждения магнитного поля в движущихся проводящих средах. Начало XX века — время развития электричества, язык откликнулся популярностью новых слов, в том числе слова «динамо». Устройство, которое преобразует механическую работу в электрическую, называли «динамо-машиной», а новый раздел физики — «теорией динамо». Именно так и принято было говорить долгие годы, так говорят и ныне — теория динамо.

Физика — наука экспериментальная: можно долго обсуждать модели физических процессов, которыми оперируют теоретики, но физики скоро начали говорить, что неплохо было бы подтвердить все эти домыслы экспериментально. А именно: надо подтвердить, что наведенное поле может сложиться с исходным. Этого подтверждения пришлось ждать почти век.

В чем проблема?

Трудность в экспериментальной проверке идеи динамо состоит вот в чем. Если нажать на выключатель и разорвать проводящий контур, по которому идет ток, свет погаснет, а



www.biguniverse.ru/posts/reviews/astromiya-za-nedelju-6-12-fevralya-2012/



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Что касается скорости движений, то возможности лабораторной физики явно проигрывают возможностям космической среды. Однако главное преимущество космосу дают огромные размеры. Лабораторная установка размером в 10 метров, в которой среда движется со скоростью 10 м/сек, — зрелище циклопическое, а для космоса это очень скромные цифры.

В итоге для Солнца магнитное число Рейнольдса достигает миллионов, а для современной лаборатории сотня — предел мечтаний, результат многолетнего упорного труда. Тем не менее это уже больше заветных 17, так что шансы есть.

Однако не все так просто с самим механизмом динамо. На Солнце, да и в Земле нет металлических рамок с током — их работу должны воспроизводить потоки среды. Организовать нужное движение потока жидкости значительно сложнее, чем двигать нужным образом провод. Однако гораздо хуже то, что простые течения заведомо не могут работать как динамо. Про это тоже рассказывают в школе: согласно правилу Ленца, магнитное поле, возникшее в проводящей рамке за счет явления электромагнитной индукции, направлено противоположно исходному магнитному полю и не усиливает его, а ослабляет. Поэтому движение одной рамки не может привести к самовозбуждению в ней магнитного поля.

Умный Ленца обойдет

И все же физики нашли лазейку в правиле Ленца. Рассмотрим две рамки, движущиеся в магнитном поле. Индукционный эффект в первой рамке ослабляет магнитное поле в этой же самой рамке, но может усиливать его во второй, если она подходящим образом расположена. Это правилу Ленца не противоречит. Теперь можно добиться того, чтобы индукционный эффект во второй рамке усиливал магнитное поле в первой, но, конечно, ослаблял его во второй. Можно надеяться, что совместная работа двух рамок приведет к тому, что в каждой из них индукция станет больше потерь и магнитное поле начнет лавинообразно нарастать.

Конечно, в принципе можно надеяться на все, что прямо не запрещено законами природы, но от надежды до уверенности расстояние заметное. Его удалось преодолеть в 60-е годы прошлого века, и сделал это Ю.Б.Пономаренко. Он придумал такое конкретное течение проводящей жидкости, которое оказалось достаточно сложным для того, чтобы в нем генерировалось магнитное поле, но достаточно простым, чтобы уравнение индукции, которое описывает поведение магнитного поля, можно было решить точно.

Судьба первопроходцев в науке часто бывает трудной. Работа Пономаренко — одна из наиболее известных работ, посвященных динамо. Этого совсем нельзя сказать о самом Пономаренко — его биография совершенно исчезла из памяти научного сообщества. Честно говоря, мы могли бы лучше помнить своих героев.

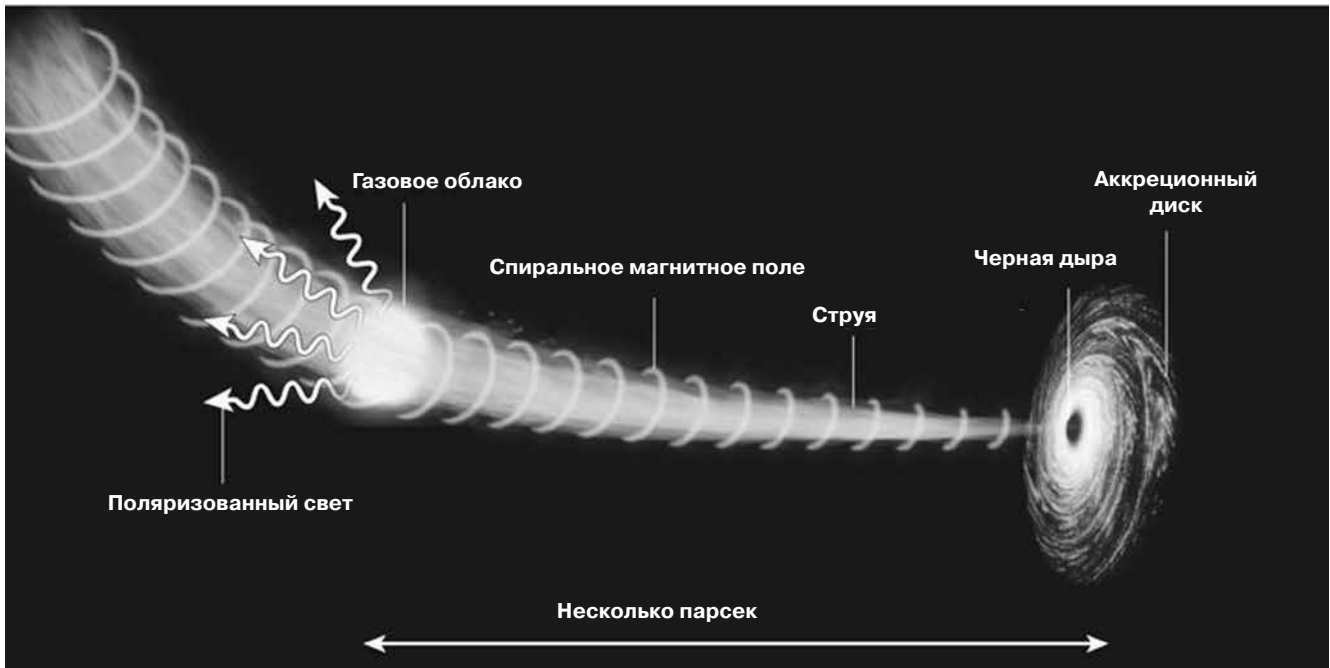
Течение, придуманное Пономаренко, — это бесконечная вращающаяся струя проводящей жидкости, окруженная проводящей средой (рис. 2). Такое течение удобно воспроизводить в лаборатории, и у него самое низкое из известных

заодно исчезнет магнитное поле, порожденное током. Энергия магнитного поля перейдет в тепло из-за омических потерь (и отчасти из-за излучения). Для того чтобы работало динамо, индукционный эффект должен побороть омические потери. Чтобы оценить относительную величину индукционных эффектов и омические потери, вводят так называемое безразмерное магнитное число Рейнольдса $Rm = vL/\nu_m$. Числитель этой дроби содержит величины, с которыми связаны индукционные эффекты, — скорость движения рамки и ее размер, а знаменатель — коэффициент магнитной диффузии, который пропорционален удельной электрическому сопротивлению среды. Для того чтобы индукция победила омические потери, магнитное число Рейнольдса должно быть достаточно велико — расчеты показывают, что нужно достичь значения около 17.

Поиск возможной схемы динамо-эксперимента — прежде всего борьба за высокое магнитное число Рейнольдса. Возможности лабораторной физики здесь не слишком велики — движущихся хорошо проводящих сред не так много. Если мы хотим моделировать планетарные и космические эффекты, то речь не идет о твердых проводниках. В космосе твердые тела редкость, а те, что есть — твердые оболочки Земли, например, — заведомо не создают интересных индукционных эффектов. Проводящие газы — это плазма. Из нее в огромном большинстве состоят небесные тела. Не исключено, что в будущем нас ждут и лабораторные динамо-эксперименты с плазмой, но сейчас эти возможности еще в стадии обсуждения.

Среди жидкостей выбор тоже невелик. У электролитов проводимость плохая, остаются жидкие металлы. Ртуть дорогая, опасная, очень тяжелая и плохой проводник. Чтобы разогнать большое количество ртути до необходимых скоростей, нужна огромная энергия. В лабораторных экспериментах по изучению течений жидких металлов широко используется галлий — он вдвое легче ртути и плавится при 29°C (а его сплавы даже при 17°C), но галлий тоже дорогой и не так хорошо, как хотелось бы, проводит электрический ток. Большая плотность и слабая проводимость — недостатки и других низкотемпературных сплавов (например, широко известного сплава Вуда). Следующий кандидат, натрий, взрывоопасен, и его придется нагревать до сотни градусов. Но он дешевый, проводит ток лучше галлия и очень легкий. Есть еще эвтектический сплав натрия с галлием, который плавится при 12°C, правда, он очень агрессивен, как и литий.

Итак, мы определились с возможным веществом для динамо-экспериментов: это натрий, разумный компромисс требуемых физических свойств и опасности. Выбор был ясен уже в самом начале пути, полвека назад.



2

Так выглядит вращающаяся струя, «джет», в мире галактик

критическое магнитное число Рейнольдса, так что идея Пономаренко стала одной из основных в динамо-экспериментах.

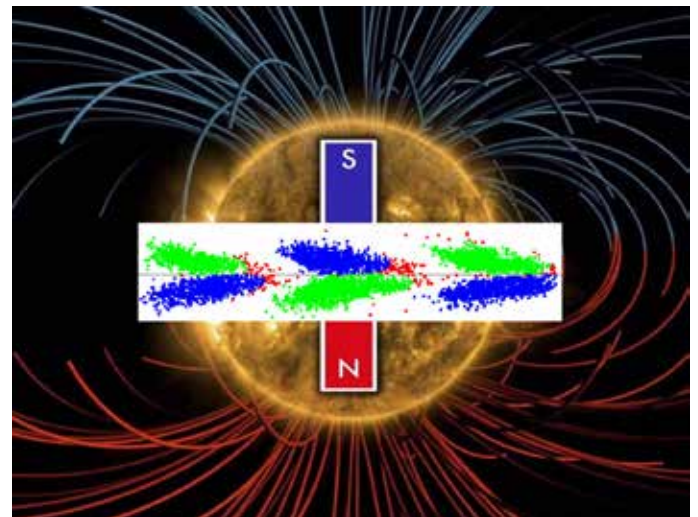
Сейчас экспериментально подтверждено, что течение, примерно так и устроенное, действительно генерирует магнитное поле. Однако на самом деле оно генерирует его не очень хорошо, и поле растет медленно. В то же время астрономические наблюдения показывают, что, скажем, на Солнце магнитные поля изменяются быстро. Каждый цикл солнечной активности, то есть каждые 11 лет, солнечный магнитный диполь меняет знак на противоположный — для звезд это очень быстрые изменения. Ничего подобного динамо Пономаренко обеспечить не может. Причина в том, что в работе динамо Пономаренко магнитная диффузия не только вызывает омические потери, но и обеспечивает работу одного из контуров, в которых происходит индукция магнитного поля. Это еще один тонкий эффект в нашей науке: векторная величина, то есть магнитное поле, диффундирует не так, как скалярная величина, то есть температура.

Для того чтобы магнитное поле изменялось быстро, так, как это бывает в солнечном цикле, необходим более сложный механизм, чем динамо Пономаренко. Такой механизм предложил в 1955 году Юджин Паркер. Представим себе поле магнитного диполя, направленного вдоль оси вращения Солнца. Поскольку солнечная плазма — относительно хороший проводник, то магнитные линии двигаются вместе с солнечной плазмой. Но Солнце вращается не как твердое тело — разные его слои вращаются с различной угловой скоростью, это называется дифференциальным вращением. В результате одни частицы солнечного вещества обгоняют другие, магнитные линии вытягиваются в азимутальном направлении, а из дипольного поля получается магнитное поле, которое наматывается на некоторый тор внутри Солнца — его так и называют тороидальным. Это — индукционный эффект в первом контуре. Он достаточно прост, и в нем сомнений нет.

Для того чтобы динамо заработало, нужно как-то превратить тороидальное магнитное поле в поле магнитного диполя (его называют полоидальным). Этого нельзя сделать простыми течениями. Паркер догадался, что для этого течения должны

быть зеркально-асимметричными. В северном полушарии течения должны содержать больше вихрей, вращающихся в правую (по ходу общего движения вихря) сторону, а в южном полушарии — в левую. Оказывается, что именно так обстоит дело во вращающемся теле, в котором есть конвективные потоки и переменная плотность. Тогда в одном полушарии вихри действительно вращаются в основном вправо, а в другом — влево. И если эта среда проводящая, то возникает магнитное поле, направленное по электрическому току (а не перпендикулярно к нему, как обычно), а это, в свою очередь, приводит к искомому превращению тороидального поля в полоидальное (рис. 3).

На рис. 3 изображены магнитные линии магнита, находящегося внутри сферы, — полоидальное магнитное поле, то, которое рисуют в школьных учебниках. На белом прямоугольнике показано, как по наблюдениям солнечных пятен визуализиру-



3

Полоидальное и тороидальное магнитные поля. На основном рисунке показано, как выглядят магнитные линии магнита, находящегося внутри сферы, — полоидальное магнитное поле. На белом поле показано, как по наблюдениям солнечных пятен визуализируется тороидальное магнитное поле



ется тороидальное магнитное поле. Это поле непосредственно не наблюдаемо, поскольку сосредоточено под поверхностью Солнца. Зато на поверхность Солнца в виде групп солнечных пятен выплывают отдельные магнитные трубки, отделяющиеся от тороидального поля. Показано, как в ходе солнечного цикла (11 лет) меняются широты тех мест, куда выплывают группы пятен (по горизонтальной оси — время, по вертикальной — широта). Видно, что пятна образуют кластеры, находящиеся в разных полушариях. Темным и светлым показаны кластеры с группами пятен противоположной полярности, а отдельные точки — те немногие пятна, для которых использованный метод разделения кластеров дал ненадежные результаты. Видно, что тороидальное магнитное поле дрейфует в ходе цикла солнечной активности от средних широт к солнечному экватору, оно антисимметрично по отношению к экватору и меняет знак каждый цикл. Это правило полярности Хейла.

Паркер аргументировал свои мысли с помощью аналогии с циклонами на Земле. Такая аргументация выглядела не очень убедительно, хотя сейчас мы знаем, что он правильно угадал нужные уравнения и характер их решения. Подвести под эти соображения базу в виде продуманных уравнений, вытекающих из уравнений Максвелла, а не из аналогий, удалось десятилетием позже, в замечательной работе Макса Штеенбека, Фрица Краузе и Карла Хайнца Рэдлера.

Альфа-эффект приходит в динамо

Макс Штеенбек вообще был колоритным человеком. В молодости ведущий инженер фирмы «Сименс», он изобрел массу занятных вещей, например торпеду, которая взрывается не при первом контакте с корпусом корабля, как все нормальные торпеды, а когда проникнет внутрь корпуса. Разрушения при этом возрастают многократно. Изобретение произвело такое впечатление на противников Германии во Второй мировой войне, что десять лет после ее окончания ему пришлось провести в специальном закрытом институте («шарашке») в Сухуми. Как, кстати, и многим другим немецким физикам и инженерам. Потом его отпустили в ГДР и сделали президентом Академии наук этой страны. Сделали заслуженно: обсуждаемая работа — наиболее яркое достижение физики ГДР. Младшие соавторы Штеенбека вспоминают, что он — заядлый курильщик — говорил им, куря сигару: «Вы живете как свиньи, те тоже не курят!»

Работа была написана тяжелым языком, конечно, по-немецки, символы физических величин набраны готическим шрифтом, и опубликована в малоизвестном журнале. Однако ее быстро перевели на английский язык, и она стала популярной среди специалистов. При переводе все символы были последовательно обозначены буквами греческого алфавита, а процесс преобразования тороидального магнитного поля в полоидальное получил название «альфа-эффект». Говорят, что у истории есть своя логика, но иногда она несколько странная.

Роль альфа-эффекта подтверждается математическими выкладками, но одними выкладками физиков убедить трудно. Ясную физическую картину того, как можно без участия магнитной диффузии генерировать магнитное поле, дал Я.Б.Зельдович. Поскольку он был одним из создателей атомной и водородной бомб, за рубеж его выпускали очень редко, и каждая поездка за границу была для него большим событием. Поэтому на симпозиуме в Кракове, уже в 70-х, он был в состоянии легкой эйфории и, отвечая на вопрос, как же может работать динамо — ведь для этого нужно на месте, где была одна магнитная линия, получить две, а эти линии приклеены к жидкости, — проделал следующий трюк. Он попросил одного из слушателей, сидевшего в первом ряду, дать ему брючный ремень и показал на этом ремне, как течение сначала вытягивает магнитную петлю (это делает дифференциальное вращение), а потом сворачивает ее в восьмерку и складывает

вдвое (здесь уже нужен альфа-эффект — ведь надо сделать зеркально-асимметричную операцию). История умалчивает о том, что стало с брючным ремнем и его хозяином, но эту иллюстрацию усвоили все специалисты, а ее автор не нашел нужным описать ее в какой-нибудь специальной работе. Видимо, ему казалось, что этого замечания достаточно.

Забавно, что все эти эпизоды были совершенно независимы — немецкие физики не читали Паркера и так далее. Наука может развиваться совершенно алогично, люди придумывают решения еще не написанных уравнений, делают все для того, чтобы их идеи не стали достоянием публики, но из всего этого со временем вырастает последовательная наука.

У альфа-эффекта есть и еще одна важная черта. В окружающем нас мире почти нет явлений, связанных с зеркально-асимметричными средами, пожалуй, только закон Бэра в географии (о том, какой берег подмывает река в данном полушарии), да то, что органические молекулы в живом веществе имеют только одну ориентацию, напоминают нам о роли зеркальной асимметрии. В последнее время физики стали делать зеркально-асимметричные заполнения волноводов и пробуют извлечь из этого интересные эффекты. Совершенно по-другому обстоит дело в микромире — есть реакции между элементарными частицами, которые идут иначе после отражения в зеркале. Оказывается, что и в физике космических сред, как и в микрофизике, зеркальная асимметрия тоже играет роль. В современной физике любят говорить о том, что космология смыкается с микрофизикой. При изучении динамо такое смыкание тоже, как мы видим, происходит, но каким-то неожиданным образом.

Видимо, сказанного достаточно для того, чтобы читатель почувствовал: изучение динамо полно совершенно нестандартными идеями, которые диковато выглядят для человека, не соприкасающегося близко с этой областью физики. При этом список нестандартных идей из теории динамо легко продолжить, но ограничение объема статьи удерживает нас от этого.

Эксперимент

Конечно, нет никакой надежды, что люди до конца поверят в нестандартные идеи, если их не поддержать хоть какими-то экспериментами. Это было понятно уже в 60-х годах, когда Макс Штеенбек, вероятно используя служебное положение, договорился с советскими физиками о постановке первого динамо-эксперимента. Магнитная гидродинамика, к которой по своему смыслу должен был принадлежать этот эксперимент, была одной из сильных областей советской физики. Эта область науки пользовалась вниманием правительства, оно нашло время принять специальное решение о том, что центром исследований в области магнитной гидродинамики должна была стать Латвийская ССР, а именно Институт физики Латвийской ССР в Саласпилсе под Ригой.

С тех пор прошло много лет, теперь Рига — далекое зарубежье. Латвийские физики подружились с немецкими физиками и за несколько дней до конца прошлого тысячелетия впервые получили самовозбуждение магнитного поля в потоке жидкого



натрия. Это был действительно циклопический эксперимент. Тонны натрия прокачивались мощными насосами через систему труб и емкостей, занимавших трехэтажное здание. Немало времени ушло на решение самых разнообразных технических проблем, хотя бы на устранение пробок при течении натрия. Тем не менее успех был достигнут, и работа нашла мировое признание. Через несколько дней самовозбуждение магнитного поля было получено в другом динамо-эксперименте, на этот раз чисто немецком, который проводили в Карлсруэ. Эта работа тоже приобрела мировую известность.

Российским физикам пришлось начинать с нуля. Некоторый задел был у физиков Института механики сплошных сред в Перми, и на исходе 90-х приняли решение начать там экспериментальные работы по магнитной гидродинамике жидких металлов при больших магнитных числах Рейнольдса, ориентированные на изучение процесса динамо.

При планировании динамо-эксперимента в Перми было ясно, что в обозримом будущем не удастся соревноваться с зарубежными физиками в размерах установки, то есть в том самом L , которое входит в магнитное число Рейнольдса, — просто не хватит денег. К счастью, удалось найти свежий подход к задаче. Прежние установки создавали течение, которое в принципе можно поддерживать неопределенно долгое время. Насосы разгоняют жидкий натрий, и это требует больших затрат энергии — вязкость натрия маленькая, так что турбинами разогнать его нелегко.

Идея пермской установки в другом: ее действие импульсное, а быстрое течение возникает лишь на короткое время. Берется тороидальная емкость и долго разгоняется сравнительно маломощным мотором, а потом быстро тормозится мощными тормозами. При этом жидкость внутри емкости продолжает свое движение — вязкость-то маленькая, — а стоящие в канале диверторы формируют нужный профиль потока. Конечно, такой поток довольно быстро теряет скорость, но за это время многое удастся померить (рис. 4).

Лаборатория начинала работу тогда, когда самовозбуждение магнитного поля еще не было достигнуто нигде в мире, но после успехов в Риге и в Карлсруэ стало ясно, что нужно искать новые ориентиры. Это же пришлось делать и другим группам, работающим с динамо-экспериментами, в частности нашим французским коллегам из Лиона.

При решении этой стратегической проблемы было важно увидеть, что динамо-эксперименты в чем-то родственны разнообразным работам по электротехнике и электронике. Во всех этих случаях речь идет о построении сложного прибора, который обеспечивает желаемое поведение электромагнитного поля. При этом возникает два типа задач. Одни задачи — как сделать из известных материалов то, что хочется, и как оно будет себя вести, а другие — каковы свойства различных материалов и почему они такие. В физике это два разных класса задач. Никому не приходит в голову одновременно разрабатывать телевизор и выяснять, почему медь — хороший проводник и какова ее электропроводность. В астрофизике по многим причинам эти две области деятельности практически не разделены, так что во многих теоретических работах по динамо одновременно вычисляли, скажем, альфа-эффект и выясняли, какие конфи-



4

Сравнительно небольшая установка пермского эксперимента имеет внушительные размеры. На фото один из участников эксперимента, профессор С.Ю.Хрипченко, за сборкой установки

гурации магнитного поля генерируются в солнечной плазме с таким альфа-эффектом. Возникающие при этом трудности легко вообразить, представив себе команду разработчиков нового телевизора, если они заодно ставят разные материало-ведческие эксперименты с материалами, из которых сделаны схемные элементы — лампы, транзисторы, резисторы и т. д.

Командам, работающим в области динамо-экспериментов, удалось достичь разумного разделения труда в этой области. Лионские физики научились воспроизводить на своей установке разнообразные режимы работы динамо, которые моделируют поведение магнитного поля на Солнце и на Земле. В этих небесных телах временное поведение магнитных полей очень различно, и оба типа поведения им удалось воспроизвести в Лионе. В Перми же пошли по другому пути — стали измерять разнообразные коэффициенты переноса магнитного поля в турбулентном потоке. Впервые в мире удалось измерить сам альфа-эффект, то есть основную величину, с которой связана генерация магнитного поля. Этот результат тоже общепризнан в кругу специалистов.

Специалисты разных стран, работающие в области динамо-эксперимента, сотрудничают друг с другом. Пермские физики ездят в Лион, французские физики бывают в Перми, вместе с пермскими коллегами проводят измерения на пермских установках, публикуют совместные работы. Наша область еще находится в начале своего развития. Пройдены лишь первые рубежи, достигнуты первые результаты, пережиты первые разочарования. Однако мы уже знаем, откуда берется то, что двигает стрелочку на рис. 5.



5

Узнаёте?

Подробнее об этой работе, о ее истории, о проблеме и обо всем, что ее окружает, можно прочесть в статье: Соколов Д.Д., Степанов Р.А., Фрик П.Г. Динамо: на пути от астрофизических моделей к лабораторному эксперименту. «Успехи физических наук», 2014, № 3 (<http://ufn.ru/ru/articles/2014/3/>).

История прорыва

Книга существенно отличается от большей части издаваемого с этикеткой «научпоп».

Например, утверждением: «Приступая к книге, автор решил не обманывать себя: написать о данном предмете так, чтобы все всё поняли, невозможно, тем более, что и сам он понимает не всё». Вторая часть фразы — смесь кокетства и гуманности, попытки сгладить родовую травму читателю: ему, такому умному, сказали, что он может чего-то там не понять.

Или вот таким: «Книга рассчитана на широкий круг читателей, хотя уровень сложности материала сильно отличается от главы к главе. Автор исходил из принципа: “Любой читатель — от школьника до профессионального физика — сможет найти в книге то, что ему понятно и интересно”».

Привычная ситуация — либо постоянная по тексту сложность, либо (для учебников и задачников) — плавно нарастающая в пределах какой-то части. Но жизнь устроена иначе, и умение быстро определять уровень сложности полезно и это умение надо — если пациент не безнадежен — тренировать.

В плане науковедческом особенно важно вот что: «Вперед выходит теория, которую все труднее проверить, — прямой эксперимент становится все дороже, пока наконец не становится принципиально невозможным. Но это не значит, что впереди глухая стена. Просто меняется метод — на первый план выходит что-то вроде искусства экстраполяции: построение внутренне стройных непротиворечивых теорий, которые правильным образом издалика проецируются на нашу действительность».

Здесь стоило бы перечислить уже осуществленные человечеством космические эксперименты — полет «Пионеров» с обнаружением «эффекта Пионеров» и «космическая пуля», попавшая в комету Темпеля 1. Заметим, что понятие «космический эксперимент» еще не сформировалось и в языке еще не отделилось от понятия «эксперимент в космосе».

Некоторые пассажи автора вызывают экстаз точностью и неожиданностью: «Бесконечную неподвижную неизменную Вселенную со звездами лучше и

Б.Е.Штерн
Прорыв
за край мира.
О космологии
землян и европейцев.
Москва:
Троицкий вариант,
2014



не пытаться представить. Наблюдатель, телепортировавшийся в нее, мгновенно бы сгорел».

А другие — остолбнение: «Кстати, современная физика способна дать вполне реалистичную картину предстоящей тепловой смерти — она будет постепенной и не мучительной».

Некоторые мнения автора уязвимы для критики — например, о неуклюжести электротехники существ, живущих в проводящей среде. Я, один из авторов этой электротехники, которая успешно применяется европейцами, рассказываю о ней студентам Земли уже много лет и заверяю читателей: ничего неуклюжего.

Да, забыл сказать! Европейцы — это жители Европы, спутника Юпитера.

Книге не помешал бы редактор, в основном — литературный, точнее, научно-литературный. Ибо просто литературный уничтожил бы милый научный жаргон, например: «на данном снимке для этого не хватает пяти порядков по разрешению» или «теория... непотребно сложна». Но есть ли у нас, на Земле такие редакторы? Впрочем, ли-

тредактор нужен всем, а соображения об экономии средств именно в данном случае неубедительны — для книги главного редактора газеты «Троицкий вариант» мог бы найти редактор и на общественных (общественно-научных!) началах. И в заключение, как принято писать в отзывах на диссертации: «несмотря на отмеченные недостатки», книга прекрасная, и ее надо не только читать, но и — не побоимся этого слова — прочесть целиком.

При написании рецензии у рецензента часто — но, увы, не всегда — есть выбор: писать о том, что ему показалось наиболее интересным или наиболее важным? Я выбрал первое, а второе вы прочтете сами. Потому что почти любого можно сделать дураком, сформировав привычку верить широкоэвangelическому слову. Некоторые сопротивляются, перестают верить, рвут кабель, но это меньшинство. На самом деле у вас и нас сейчас важная роль: поддерживать и образовывать это меньшинство.

Л.А.Ашкинази

ДНК против мошенников

Создана метка, которая позволит отличить настоящее оливковое масло от поддельного.

«ACS Nano», 2014, 8 (3), 1677—1685; doi:10.1021/nl4063853

Иногда нужно доказать, что тот или иной продукт выпущен определенным изготовителем. Чтобы облегчить эту задачу, изготовитель может ввести в продукт некую метку. Инженеры из цюрихской Высшей технической школы под руководством Роберта Грасса предложили использовать для этого наночастицы, в которых молекулы ДНК упакованы в диоксид кремния с добавками магнитного оксида железа. Согласно расчету, нескольких граммов таких наночастиц хватит, чтобы пометить все итальянское оливковое масло. В наночастице диоксид кремния защищает ДНК от разложения на свету, магнитные же вкрапления позволяют извлечь метку из пробы, а распознать молекулу ДНК методом ПЦР будет можно, даже если частиц в пробе считанные единицы. Такая метка позволит выявить не только подделку (метки нет либо она не соответствует закрепленной за заводом), но и разбавление (концентрация меток ниже положенной). Потребитель же ничего не почувствует: в литре масла содержится миллионная доля грамма таких наночастиц.

Минеральные компоненты метки разрешены к употреблению в пищевой промышленности, а ДНК и запретить невозможно, ведь она содержится почти во всех продуктах, и прежде всего — в самых натуральных и «живых» (лишь наименее образованные противники биотехнологий утверждают, что «гены есть только в трансгенных организмах»). Исследователи предлагают метить масло, например, фрагментами ДНК экзотических сортов помидоров, разнообразие которых чрезвычайно велико. Аналогичным способом можно пометить любую жидкость — от бензина до экстракта бергамота, которым ароматизируют чай. Главный вопрос: а кто будет считать метку, если по продукту возникнут вопросы? Очевидно, контролирующие службы, ведь потребителю техника ПЦР пока недоступна.

Строй рубез!

Правильно выстроенные границы между зернами — залог хорошей солнечной батареи.

Агентство «NewsWise», 24 апреля 2014 года.

Тонкопленочная солнечная батарея из теллурида кадмия считается неплохой заменой массивной кремниевой батареи, однако по эффективности уступает ей: 20,5% — нынешний рекорд. Как же достичь заветных 35% эффективности? Подход придумали в 80-е годы: добавка хлорида кадмия в композицию увеличивает долю света, превращенного в электричество, однако почему так происходит, оставалось неясным. А использование магических приемов раздражает материаловеда: все-таки хочется искать новые материалы осмысленно.

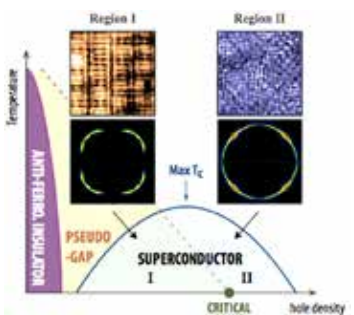
Исследователи из Окриджской национальной лаборатории Минэнерго США во главе с Ли Ченом сумели разобраться в этом вопросе. Оказалось, что хлор распределяется по границам между слагающими тонкую пленку зернами теллурида кадмия и изменяет их электрическую структуру. В результате ток лучше проходит по пленке и эффективность растет. Теперь материаледы надеются, что, управляя границами, например, выстраивая их более-менее в одном направлении или легируя еще какими-то элементами, смогут найти путь к решению задачи.

Что мешает сверхпроводнику?

Сверхпроводимости мешают электронные облака.

Агентство «NewsWise», 16 апреля 2014 года.

Тернистый путь к горячей сверхпроводимости проходит через этап понимания: что же не так с высокотемпературными сверхпроводниками, чем они отличаются от других материалов? Очередной шаг на этом пути сделала международная группа физиков, изучавшая сверхпроводник на линейном ускорителе американской национальной лаборатории SLAC. Этот ускоритель позволяет создавать мощные и короткие импульсы рентгена, с помощью которых можно детально рассмотреть атомную структуру вещества, причем в динамике. Вопрос их волновал такой: что больше мешает сверхпроводимости — дефекты кристаллического строения или же связанные с ними облака электронной плотности? Для ответа воспользовались недавно обнаруженной фотоиндуцируемой сверхпроводимостью, а объектом изучения послужила высокотемпературная керамика, состоящая из чередующихся слоев меди, кислорода, лантана и бария. «Облака заряда можно уподобить замерзшим пузырькам в песке, — говорит участник работы Джон Хилл из Брукхевенской лаборатории. — В каждом слое эти пузырьки выстроены в одном направлении, а в следующем — перпендикулярно предыдущему, образуя подобие сетки. Мы считаем, что такое расположение и препятствует обмену электронами между слоями». Облучение лазером убирает эти облака, и сверхпроводимость появляется, чтобы исчезнуть через короткое время. Исследование же рентгеном показало, что время жизни вызванных облаками деформаций кристаллической решетки гораздо больше времени, за которое исчезают такие облака. Значит, дефекты строения здесь ни при чем: бороться надо именно за равномерное распределение электронов внутри сверхпроводника.



Они выживут на Марсе

Есть микроорганизмы, способные существовать на Красной планете.

Агентство «NewsWise», 19 мая 2014 года.

На Марсе сухо, холодно и почти нет атмосферы, а та, что есть, состоит из углекислого газа. Однако вода имеется — кое-где на планете стоят туманы, на поверхность камней могут выпадать капли росы, а есть еще и сверхсолёные грунтовые воды. К тому же ультрафиолетовое облучение такое сильное, что жить можно только под поверхностью почвы, занимаясь не фото-, а хемосинтезом. На Земле так живут микроорганизмы-метаногены, которые получают энергию и органическое вещество, соединяя водород с углекислым газом. А выживут ли они на Марсе? Проверить эту идею решила Ребекка Микол, аспирантка Арканзасского университета, благо в 2004 году в атмосфере Марса обнаружили метан в экваториальных районах (а быть его там не должно, ведь этот газ быстро разлагается солнечным светом).



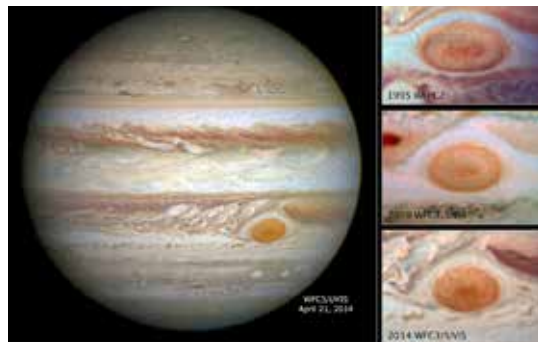
Микол работала с *Methanothermobacter wolfeii* и *Methanobacterium formicicum* — эти микроорганизмы, принадлежащие к домену архей, известны тем, что выдерживают высокие температуры. Для первого вида оптимум приходится на 55°C, для второго — на 37°C. А на экваторе Марса температура в течение суток меняется от -90°C до +27°C. Оказалось, что, несмотря на любовь к теплу, подопытные археи прекрасно переносили охлаждение и затем, после оттаивания, начинали жить и размножаться, выделяя метан. Это означает не только то, что на Марсе может быть жизнь, но и нечто более практически важное: если жизни там все-таки нет, колонисты смогут получать органические вещества с помощью земных микроорганизмов.

Юпитерианские хроники

Большое красное пятно на Юпитере затягивается все быстрее.

Агентство «NewsWise», 15 мая 2014 года

Огромный красный вихрь, бушующий на Юпитере в районе экватора, астрономы заметили давно. А заметив, стали его измерять. В 1800 году пятно было овальным с длиной большой оси 41 тысяч км. В 1979 году американские «Вояджеры», пролетев мимо Юпитера, дали размер 23,3 тысяч км. Стало быть, за 179 лет большая ось пятна уменьшилась на 17,7 тысяч км, или на 98,9 км в год. Через 16 лет, в 1995 году, длина оси составила 20,9 тысяч км, то есть оно уменьшалось со скоростью до 150 км в год. Дальше — больше: в 2009 году длина оси — 17,9 тысяч км, а скорость — уже 214 км в год. Сейчас, в 2014 году, пятно стало круглым с диаметром 16,5 тысяч км — получается 350 км в год. Процесс явно идет с ускорением. Теперь у астрономов появилась новая задача: найти объяснение.



Несколько лет назад у Большого пятна уже была замечена странность: рядом возникли два малых красных пятна. Тогда некоторые исследователи высказали предположение, что размножение пятен означает усиление вихревой активности вследствие нагрева атмосферы планеты, с намеком на глобальное потепление во всей Солнечной системе. Теперь же группа из НАСА во главе с Эми Симоном из Годдардского Центра космических полетов заметила, что малые вихри в пятне пропадают один за другим. Возможно, они-то и уменьшают энергию Большого пятна, заставляя его схлопываться.

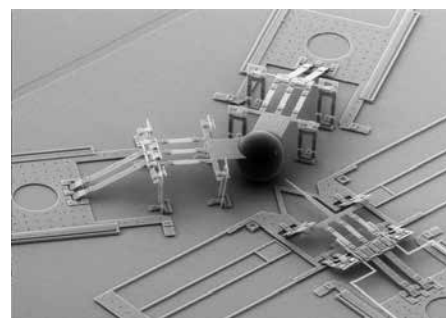
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Генную модификацию — на поток

Создано механическое устройство для внедрения генетического материала в ядро клетки

Агентство «NewsWise», 13 мая 2014 года.

Стандартная методика генетической модификации предполагает введение в ядро клетки раствора ДНК. Делают это с помощью микропипетки, однако сам факт появления лишней жидкости в ядре приводит к тому, что половина таких клеток погибает. Это делает генетические модификации животных весьма дорогостоящими. Инженеры из Университета Бригама Янга (США) под руководством доцента Брайана Йенсона сумели создать микроэлектромеханическое устройство, которое обходится без жидкости. Встраиваемый фрагмент ДНК прилипает к острию иглы устройства благодаря электростатике. После внедрения острия в ядро (на фото шарик — того же размера, что и клетка) знак его заряда меняется, и молекула отцепляется. При такой методике все клетки выживают. Исследователи надеются, что в будущем они создадут устройство, которое сможет одновременно делать уколы тысячам клеток. Тогда станет вероятной не только автоматизация процесса, но и генетическая модификация целой ткани человека, которую потом можно будет ему пересадить, избавив от наследственного заболевания.



В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Какой автомобиль безопаснее?

Магнитное поле внутри электромобиля невелико

Агентство «AlphaGalileo», 5 мая 2014 года.

Появление электромобилей поставило вопрос: а не велики ли в них электромагнитные поля? Сотрудники норвежского центра SINTEF вместе с представителями еще девяти организаций Евросоюза решили выяснить, насколько оправданы эти опасения. Они изучили семь различных электромобилей, один автомобиль на водородном элементе и один бензиновый автомобиль. Выяснилось, что у электромобиля магнитное поле наиболее сильно на полу в том месте, где расположена аккумуляторная батарея: его мощность составила 20% от того уровня, которое Международная комиссия по неионизирующим излучениям считает безопасным. В районе же головы было всего 2%. В бензиновом автомобиле на полу мощность составила 10%. Как видим, тоже немало, однако на бензиновых автомобилях ездят миллиарды людей, и ничего.

«Между прочим, само по себе вращение колес генерирует значительное магнитное поле. Неудивительно, что различие между автомобилями с различными источниками питания оказалось не столь большим», — отмечает Кари Скъёлберг-Хенриксен, физик из центра SINTEF.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Кофе и лес

Доля кофейных плантаций на месте вырубленного леса растет.

Агентство «NewsWise», 16 апреля 2014 года

Кофе — растение тенелюбивое, и лучшие его сорта, потомки кофе аравийского (*Coffea arabica*), выращивают, как правило, в тени деревьев, под пологом тропического леса. Это — правильные плантации, поскольку лес вокруг сохраняется вместе со всей своей живностью. Но урожай получается не тот, что у солнцелюбивого кофе конголезского, или робусты (*C. canephora*, *C. robusta*): для ее выращивания лес надо свести, и, естественно, лишённое конкурентов растение дает больше плодов.

В богатых странах, озабоченных сохранением окружающей среды, активно пропагандируют тенелюбивый кофе, и доля арабики в магазинах США год от года растет. Так, за период 2000—2008 годы она увеличилась на 75% и достигла 37% от общего объема продаж. Однако площадь кофейных плантаций в мире выросла сильнее, причем главным образом за счет интенсивных солнечных плантаций во Вьетнаме и Индонезии, а в Африке тенистые плантации еще и сократились. В результате доля тенелюбивых сортов упала с 43% в 1996 до 24% в 2012 году. При этом падает и цена на кофе, ведь робуста дешевле, ее смешивают с арабикой главным образом для изготовления быстрорастворимого кофе. И сами владельцы интенсивных плантаций в проигрыше, и природа страдает. Вот так причудливо порой играет невидимая рука рынка.

Новая ветвь на древе органической химии

Было бы древо познания,
а плоды появятся.

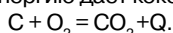
М. Цивел

В органической химии особенно трудно придумать что-то принципиально новое. Но иногда бывают редкие удачи. В марте 2014 года самый престижный химический журнал «Angewandte Chemie» опубликовал работу сотрудника ИНЭОСа РАН кандидата химических наук Д.А.Чусова, которая описывает принципиально новый класс реакций. Это заметное явление в органической химии.

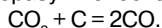
Как правило, чтобы придумать что-то кардинально новое, исследователь должен отвлечься от той области, которой он занимается, и поискать решение совсем в другой. Вот и мы переместимся в другую области химии — черную металлургию.

Доменный процесс

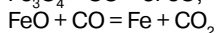
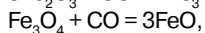
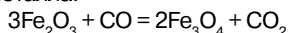
Основная его цель — получение металлического железа из оксидов восстановлением с помощью элементарного углерода (кокса). Казалось бы, взаимодействие двух твердых веществ — оксидов железа и кокса — не может быть высокоэффективным, даже если они тщательно измельчены и перемешаны. На самом деле в доменной печи при высоких температурах (800—1100°C) протекают несколько последовательных реакций, а необходимую для этого энергию дает кокс, сгорающий в потоке нагнетаемого воздуха:



CO₂ реагирует с избыточным количеством несгоревшего кокса, образуя монооксид углерода CO (угарный газ):



Именно монооксид углерода — виновник всего дальнейшего. Он постепенно восстанавливает различные оксиды железа до металла:

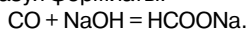


Доменный процесс детально описан во множестве учебников и на первый взгляд не допускает никаких фантазий и идей, которые можно применить к органической химии — ведь температуры этих реакции для органических соединений недопустимы. Однако не будем торопиться. По реакциям видно, что CO работает в качестве классического восстановителя — он уносит с собой атомы кислорода, забирая их у оксидов железа.

В органической химии тоже существуют реакции восстановления. Можно ли в них использовать CO? Вначале вспомним, как используют монооксид углерода химики-органики.

Угарный газ в органической химии

При повышенных температурах CO реагирует со щелочами, образуя формиаты:



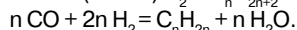
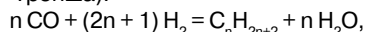
В присутствии платинового катализатора CO взаимодействует с NH₃, давая цианат аммония NH₄NCO, который изомеризуется в мочевины:



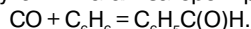
Под действием света CO реагирует с Cl₂ и при этом образуется фосген COCl₂.

Известно, что CO взаимодействует с металлами, образуя летучие карбонилы металлов, например Ni(CO)₄ (t_{кип.} = 43 °C), и эту реакцию используют для тонкой очистки никеля. С галогенидами некоторых металлов CO дает комплексные соединения, такие, как OsCl₂(CO)₃ и PtCl₂(CO).

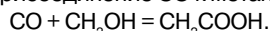
Монооксид углерода широко используют для промышленного получения метанола (CO + 2H₂ = CH₃OH), а также парафиновых и олефиновых углеводородов (каталитический синтез Фишера — Тропша):



Взаимодействие CO с ароматическими углеводородами в присутствии катализаторов приводит к соответствующим альдегидам:



А современный способ получения уксусной кислоты — это присоединение CO к метанолу (также каталитический процесс):



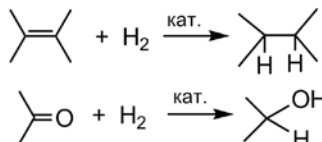
Подводя итог, можно сказать, что монооксид углерода широко применяют в органической химии, но он выступает только как присоединяющийся реагент, а не как восстановитель, который уносит с собой атом кислорода.

Реакции восстановления в органической химии

Как же химики-органики проводят реакции восстановления? Чаще всего используют гидрирование — присоединение молекулы водорода к кратным связям в молекуле.

Гидрирование применяют для получения органических веществ, как в лаборатории, так и в промышленном масштабе. С его помощью можно алкены превратить в алканы, альдегиды в спирты, имины в амины, нитросоединения в амины и так далее. Его также используют для удаления следов ацетиленов из этилена или примесей кислорода из различных смесей.

Фактически все восстановление в органической химии основано на использовании молекулярного водорода. Можно ли проводить восстановление, не насыщая вещество водородом, а забирая атом кислорода с помощью CO?

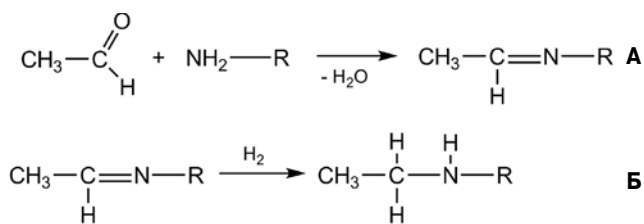


Нестандартное решение

Возьмем, например, широко известный способ получения вторичных аминов (R₂NH) из первичных (RNH₂). Вначале взаимодействием альдегида и первичного амина получают основание Шиффа, то есть соединение, содержащее фрагмент —HC=NR, потом гидрируют двойную связь и получают вторичный амин (рис. 1).

Обратите внимание на некоторую нелогичность всей схемы. На первой стадии забирают два атома водорода (в виде молекулы H₂O), а затем вновь присоединяют два атома водорода. Логичнее было бы отобрать атом кислорода и завершить все в одну стадию. Именно это и решил сделать автор работы, о которой идет речь, используя монооксид углерода, который успешно справляется с подобной задачей в доменном процессе.

Поскольку высокие температуры в этом случае неприемлемы, нужно было найти такой катализатор, который позволил бы провести реакцию при невысокой температуре. Поиск катализатора — это всегда сочетание терпения, интуиции и, разумеется, хорошего знания других исследований. В органических реакциях восстановления обычно используют соединения платины, палладия, рутения и родия. В данной работе использовали галогениды и карбонилы этих металлов, их комплексы с фосфинами, а также палладий и платину, нанесенные на угольную подложку. Среди



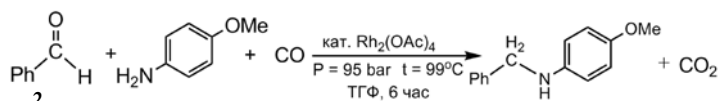
1
Получение вторичного амина из первичного с помощью основания Шиффа.

тринадцати исследованных соединений нашелся оптимальный катализатор — им оказался димер ацетата родия $\text{Rh}_2(\text{OAc})_4$. Активность катализатора настолько высока, что в некоторых случаях одна его молекула позволяет провести свыше 500 элементарных актов восстановления.

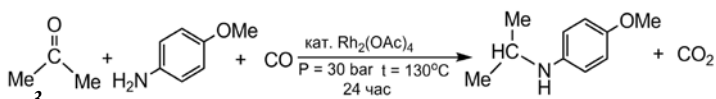
Кстати, немецкому химику Фрицу Габеру, лауреату Нобелевской премии по химии 1918 года, чтобы найти катализатор, который позволил бы присоединить водород к азоту и получить аммиак, пришлось испытать несколько тысяч соединений! Это понятно: в те далекие годы опыт, накопленный предшественниками Габера, был все же маловат.

Новый процесс восстановления с использованием CO, выглядит так. Например, в реакции бензальдегида с замещенным анилином монооксид углерода забирает атом O карбонильной группы и уносит его в виде CO_2 , а оставшиеся реагенты соединяются (рис. 2). Подобная реакция проходит не только с альдегидами, но и с кетонами (рис. 3).

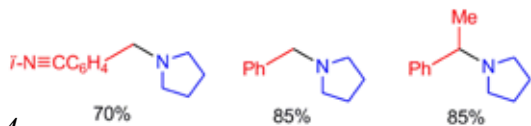
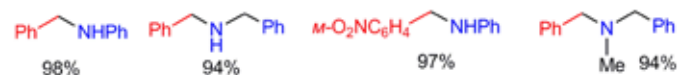
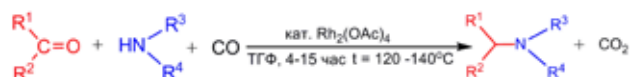
Автор назвал новый класс реакций «Восстановительное аминирование без внешнего источника водорода». Метод оказался достаточно универсальным (в эту реакцию вступают многие карбонильные соединения) и в то же время весьма деликатным. Деликатность в том, что, когда в реакции участвуют молекулы с нитро- и цианзамещенными ароматами, эти группы сохраняются, в то время как при восстановлении молекулярным водородом они неизбежно восстановились бы. Метод позволяет синтезировать из первичных аминов (RNH_2) как вторичные (R_2NH), так и третичные (R_3N) амины (см. следующий рисунок), причем все они получаются с высоким выходом. В обобщенном виде новая реакция представлена на рис. 4.



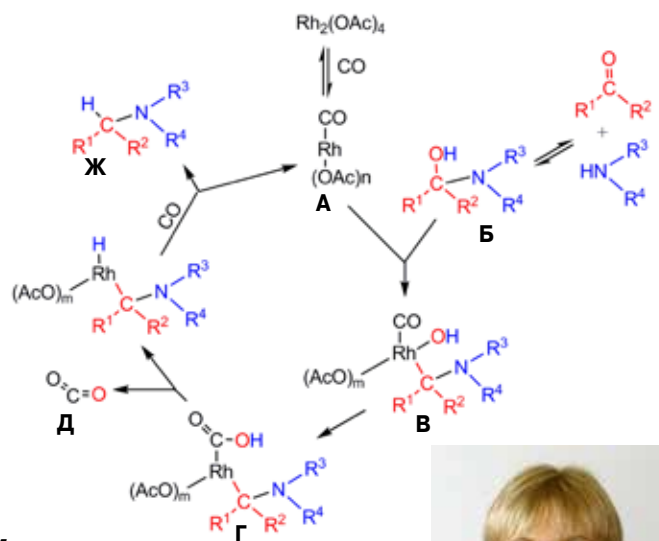
Взаимодействие бензальдегида с замещенным анилином



Взаимодействие ацетона с замещенным анилином



4
Некоторые соединения, полученные новым способом восстановления. Фрагменты карбонилсодержащих исходных веществ выделены красным цветом, а аминоксодержащих — синим. Под каждым соединением указан выход продукта



5
Механизм реакции безводородного восстановления

Кандидат химических наук
Д.А. Чусов, ИНЭОС РАН



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Когда авторы сообщают об открытии новой реакции, то они обычно предлагают возможный механизм ее протекания. В данном случае это цикл превращений, причем катализатор в итоге возвращается в исходное состояние (рис. 5). На первой стадии ацетат родия взаимодействует с CO, давая карбонильное соединение **A**. Исходные кетон и амин образуют промежуточное соединение, в котором карбонильный кислород превращается в группу OH (**Б**). Это соединение присоединяется к карбонильному производному родия, образуется переходный комплекс **B**, в котором группа OH перемещается к атому родия. В комплексе **B** группы OH и CO перестраиваются, и у атома родия формируется карбоксильная группа $-\text{C}(\text{O})\text{OH}$ (комплекс **Г**). Эта группа распадается с выделением CO_2 (**Д**), и образуется гидридный комплекс родия — соединение, содержащее $\text{Rh}-\text{H}$ (комплекс **Е**), который под действием CO расщепляется, образуя целевой продукт реакции **Ж**, при этом катализатор возвращается в исходное состояние **A**.

Автор нового метода сравнил его с традиционным. В одинаковых условиях он изучил взаимодействие бензальдегида с анилином в присутствии CO, а также традиционное гидрирование. Оказалось, что выход продукта по новой методике в пять раз превышает выход того же продукта при обычном гидрировании (которое сопровождается еще и образованием побочных соединений). С такими показателями процесс имеет огромные шансы на использование в промышленности.

Сегодня органическая химия детально разработана, и появление крупной ветви почти у основания «незыблемого ствола» этой науки кажется почти невероятным. Поэтому, несмотря на простоту замысла, эту работу можно считать в буквальном смысле фундаментальной. Скажем, не боясь торжественных слов: мы приносим вам при появлении нового класса реакций восстановления в органической химии.

Литература

Denis Chusov, Benjamin List. Reductive Amination without an External Hydrogen Source. «Angewandte Chemie», Int. Ed., 2014, 53, 5199—5201, doi: 10.1002/anie.201400059.

Кандидат химических наук
М.М. Левицкий

Соединяющие и разводные мосты

Книга постоянного автора «Химии и жизни» М.М.Левицкого «Добро пожаловать в химию!» вышла в издательстве «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2013. Адресована она в первую очередь начинающим любителям химии, тем, кто хотел бы узнать о ней больше, но боится «сложных формул». Книга убедительно доказывает, что химия — это и не скучно, и не так уж непостижимо. Хотя тому, кто заинтересуется всерьез, читать учебники и разбираться в формулах все равно придется.

Использовать природные полимеры для своих нужд человечество научилось очень давно, тем не менее с одним из широко известных ныне природных полимеров европейцы долгое время не были знакомы. Речь идет о натуральном каучуке.

Терпение и наблюдательность

Первыми европейцами, увидевшими натуральный каучук у американских индейцев, были участники экспедиции Колумба. Затем в 1735 году экспедиция французских ученых установила, что каучук получают из сока бразильской гевеи. Некоторое время его называли бразильской смолой, а позже натуральным каучуком.

Каучук быстро стал популярным. Им начали пропитывать одежду, обувь, крыши фургонов, чтобы они не промокали. Но популярность довольно быстро прошла, потому что изделия в мороз становились твердыми и хрупкими, а в жару липкими, и через год все это превращалось в жидкое месиво с неприятным запахом.

Устранить все эти недостатки решил американский изобретатель-самоучка Чарльз Гудьир (в русской литературе также встречаются написания Гудьер и Гудийр. — *Примеч. ред.*). Он не имел об-

разования и не знал, из чего состоит натуральный каучук. Почему он полагал, что эта задача имеет решение? Может быть, ему что-то подсказывала интуиция, но, скорее всего, он обладал редкой способностью удивляться, так как сразу понял, что среди всех предметов окружающего мира каучуку нет аналогов. Это утверждение справедливо и в наши дни, хотя мы уже привыкли к каучуку и не удивляемся его необычному свойству: полоску резинки можно растянуть в 4–6 раз, а после снятия нагрузки она возвращается в исходное состояние (такое свойство называют высокоэластичностью). Вероятно, вы захотите возразить, что стальные пружины обладают похожим свойством. Но всякое сравнение следует проводить корректно: сравните свойства двух полосок, из резины и из металла, и различие станет очевидным.

Гудьир, вероятно, был так поражен уникальными свойствами этого вещества, что решил непременно найти ему применение. Он начал с фанатическим упорством вводить в каучук различные добавки. С помощью скалки для теста он смешивал с пластинками каучука все, что попадалось под руку: песок, соль, мел, перец, сахар, сыр, чернила, магнезию и даже суп, твердо веря, что решение задачи в принципе возможно.

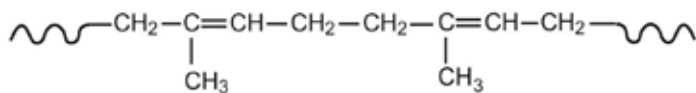


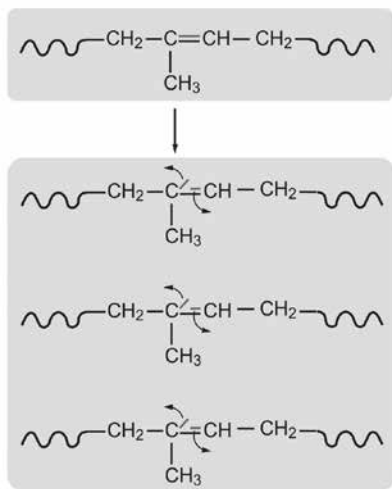
Поиски длились не один год. Среди добавок была и порошкообразная сера, которой он припудривал образцы каучука для того, чтобы они не слипались. Один из образцов случайно оказался у нагретой печи, но не растекся, а сохранил форму. Гудьир, давно ожидавший такого эффекта, мгновенно это заметил. Это был решающий момент, поскольку одного упорства изобретателю недостаточно, нужна обостренная наблюдательность, чтобы не пропустить нужный результат. Так в 1839 году была открыта вулканизация каучука (превращение его в резину при взаимодействии с серой), благодаря которой каучук приобретает дополнительную упругость, прочность и устойчивость к внешним воздействиям.

Полимерная цепочка натурального каучука построена из атомов углерода, окруженных атомами водорода. Рассмотрим внимательнее формулу, изображающую молекулу натурального каучука. Атомы углерода, находящиеся в цепи полимера, соединены попеременно простыми и двойными связями — после двух простых связей следует одна двойная. Повторяющийся фрагмент $-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-$ называют звеном полимерной цепи, которая может содержать десятки, а иногда и сотни тысяч таких звеньев. Волнистые линии условно обозначают продолжение полимерной цепочки (рис. 1).

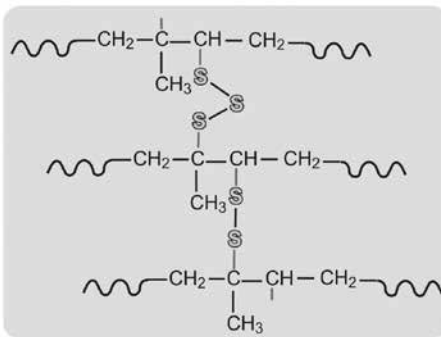
При взаимодействии с серой некоторые двойные связи раскрываются, точнее, раскрывается одна из двух связей, образующих двойную, что показано изогнутыми стрелками, а раскрывшиеся связи выделены цветом. Эти связи взаимодействуют с атомами серы, образуя поперечные мосты, состоящие из нескольких атомов серы. Они встраиваются между полимерными молекулами и связывают между собой цепи поперечными шивками. Образуется сшитый полимер, который называют резиной (рис. 2).

1





2



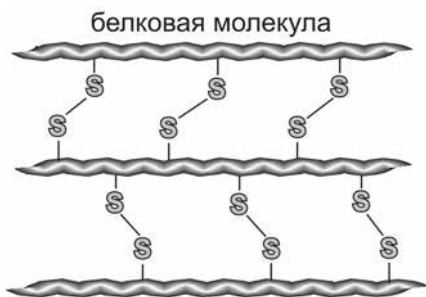
КНИГИ

Еще при жизни Гудьира в США, Англии, Франции и Германии начали строить заводы по производству резины. Имя Гудьира входит в название резинотехнической фирмы «Goodyear Tyre and Rubber» (США), занимающей первое место по производству шин. Самое удивительное, что найденный Гудьиром способ вулканизации дошел до наших дней практически без изменений и серу до сих пор считают оптимальным вулканизатором.

Разводные мостики создают красоту

Разводные мосты украшают облик городов. Химические разводные мостики тоже способны сказать свое слово в эстетике.

Развитие химии позволило выяснить, что способ поперечного связывания полимерных цепей с помощью атомов серы давно известен природе. Натуральная шерсть, или волосаяной покров млекопитающих, — это материал, созданный в живом организме и отформованный в виде волокна. Но, как это бывает довольно часто, форма, которая создана природой, не устраивает человека. Например, многим людям не нравится, что у них волосы прямые, а не волнистые. Обычные способы завивки — накручивание в мокром виде на бигуди или завивание горячими щипцами — помогают плохо. При первом же воздействии влажного воздуха или воды волосы распрямляются. Все дело в том, что волосы — это полимерные белковые молекулы, соединенные поперечными сшивками



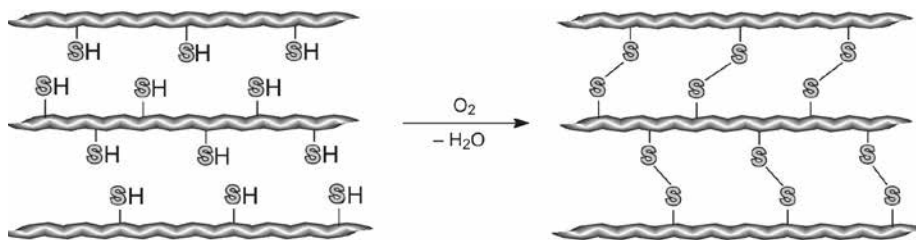
3

из двух атомов серы, то есть мостиками, подобными тем, которые возникают при вулканизации каучука (рис. 3).

Из-за этих поперечных сшивок волосы очень упруги и хорошо сохраняют форму, которая возникла во время образования и роста. При различных внешних нагрузках, как, например, при завивании, поперечные мостики деформируются, но при снятии нагрузки форма волос вновь восстанавливается. Таким образом, необходимо разрушить поперечные мостики, придать волосам новую форму и восстановить сшивки. Химики смогли решить эту задачу, разработав метод химической завивки. Для этого вначале волосы обрабатывают гидросульфитом натрия NaHSO_3 (натриевая соль сернистой кислоты). При этом мостики размыкаются, образуя так называемые тиогруппы, содержащие серу и водород, $-\text{SH}$ (рис. 4; над стрелкой пишут добавляемый реагент, в этом случае



4



5

уравнивание количества атомов в правой и левой части не требуется).

Теперь уже волосы потеряли упругость, и им можно придать нужную форму, например накрутив на бигуди. Затем следует провести обратную реакцию, то есть вновь создать дисульфидные

мостики. Это происходит под действием кислорода воздуха, но процесс можно ускорить, подействовав раствором пероксида водорода (в быту его называют перекисью), который выделяет нужный кислород. Атомы кислорода связывают атомы водорода, образуя воду, мостики при этом восстанавливаются, волосы приобретают прежнюю упругость и «запоминают» новую форму (рис. 5; над стрелкой пишут добавляемый реагент, а под стрелкой — выделяющийся побочный продукт).

Вода на такую завивку уже не действует, и после мытья головы волнистая форма волос сохраняется. Однако волосы постепенно отрастают, и процедуру периодически приходится повторять. Найдены и другие реагенты, позволяющие проводить химическую завивку, с тем же принципом действия: вначале разрушить мостики $-\text{S}-\text{S}-$, а потом их восстановить.

Следует иметь в виду, что большинство химических реакций, особенно те, которые проходят не в растворе, а на границе твердого тела (поверхность волоса) и раствора, протекают не до конца. В итоге сульфидные мостики восстанавливаются

не полностью и после неоднократной обработки качество волос ухудшается. Тем не менее, с точки зрения химика, поставленную задачу можно считать решенной.

Кандидат химических наук
М.М.Левцкий

Химическая грелка

Многие химические реакции идут с выделением теплоты, иногда значительной. Такие реакции называются экзотермическими. Самая известная и широко используемая уже 1,5 миллиона лет экзотермическая реакция — горение. Каждый может вспомнить множество примеров ее применения — от обогрева помещения дровами до ракетных двигателей.

Другие применения экзотермических реакций более редки. В школе на уроках химии учат, что при разбавлении концентрированной серной кислоты водой нужно лить кислоту в воду, а не наоборот. Иногда это положение иллюстрируют рифмованно: «Сначала вода, потом кислота, иначе случится большая беда». В англоязычных странах — другой стишок:

The water should be in before

You add the H_2SO_4 .

Or else you might not feel too well:

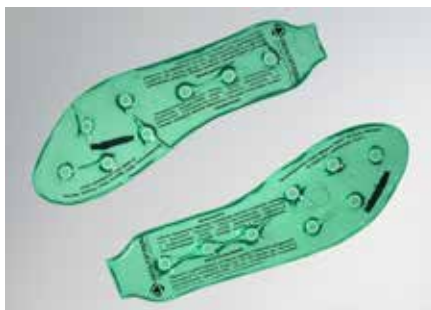
You might not even live to tell!

Причина — процесс гидратации ионов H^+ и отчасти HSO_4^- , при котором выделяется много теплоты. Его использовал известный (в том числе шутками, мелкими хулиганствами и разоблачением шарлатанов) американский физик Роберт Вуд, обогревая руки своей невесты во время катания в санях при сильном морозе. Вот как он об этом рассказал (цитируется по книге: В. Сибрук. Роберт Вильямс Вуд. Современный чародей физической лаборатории).

«У нее замерзли руки, и я сказал: "Хорошо бы достать бутылку с горячей водой!" — "Замечательно! Только где же мы ее возьмем?" — "Я сейчас сделаю ее", — ответил я и вынул из-под сиденья винную бутылку, на три четверти полную холодной воды. Потом достал оттуда же флакон с серной кислотой и налил немного похожей на сироп жидкости в воду. Через десять секунд бутылка так нагрелась, что ее нельзя было держать в руках. Когда она начинала остывать, я добавлял еще кислоты, а когда кислота перестала поднимать температуру, — достал банку с палочками едкого натра и понемногу подкладывал их. Таким способом бутылка была нагрета почти до кипения всю поездку».



Грелки с фазовым переходом



Теплота нейтрализации серной кислоты щелочью — 570 Дж на 1 г H_2SO_4 . Способ рискованный — бутылка могла лопнуть. Известно несколько вариантов химических грелок, основанных на разных реакциях. Была немецкая грелка, в которой теплота выделялась за счет гашения извести — реакции, известной каждому школьнику: $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$. В реакции с водой одного грамма CaO выделяется почти 800 Дж тепловой энергии. В СССР когда-то выпускались грелки, в которых окисление железных опилок поддерживало в течение почти суток температуру $100^\circ C$, — на реакции $4Fe + 2H_2O + 3O_2 \rightarrow 2(Fe_2O_3 \cdot H_2O)$, которая дает 7300 Дж на 1 г железа. А если заставить идти при невысоких температурах «алюминотерми-

ческую реакцию» $8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$, она даст 15400 Дж на 1 г алюминия. Целый день могли работать грелки, где протекала реакция вытеснения меди более активными металлами, также знакомая школьникам: $2Al + 3CuCl_2 + H_2O \rightarrow Al(OH)Cl_2 + 3Cu + HCl$. Несколько суток (при заправке 200 г) могли работать грелки с железным порошком: $Fe + CuCl_2 \rightarrow FeCl_2 + Cu$; эта реакция менее энергичная, зато идет дольше. Намного дешевле одноразовые грелки, в которых порошок железа или тонкая железная проволока подвергаются коррозии под действием кислорода воздуха в присутствии водного раствора поваренной соли.

Многие химические грелки одноразовые, но бывают и многоразовые грелки — в них, как в зажигалку, заливают горючее, например спирт или бензин. Жидкость медленно окисляется без видимого пламени на катализаторе — тонкой платиновой проволоке. Тепловой эффект каталитических грелок намного выше: при полном окислении 1 г этилового спирта выделяется 29 800 Дж/г, а 1 г бензина — почти 42 000 Дж/г. Выпускавшаяся в СССР «Грелка каталитическая»



Каталитические грелки на бензине (мешочек нужен, чтобы не обжечься)

ГК-1 работала на бензине и могла на одной заправке давать температуру около 60°C в течение примерно полусуток.

В рассмотренных грелках — огнеопасные или едкие реагенты, однако химическая грелка может быть и совершенно безопасной. Действие их основано на кристаллизации вещества из расплава (а в ряде случаев и из раствора) с выделением тепловой энергии, теплоты кристаллизации. Например, при замерзании воды выделяется 334 Дж/г. Замерзание больших количеств воды в водоемах в начале зимы сглаживает температурные колебания в воздухе. Почти не отстают от воды аммиак: теплота его кристаллизации 333 Дж/г. Для сравнения приведем теплоты кристаллизации еще нескольких веществ (в Дж/г): монохлоруксусная кислота — 206, бензол — 126, нафталин — 151, аммиачная селитра — 80. Видно, что тепловой эффект от этих грелок намного ниже, чем от рассмотренных ранее, зато они безопасные и обратимые.

Однако воспользоваться этой теплотой для химической грелки непросто. Расплавы металлов трудно получить

переохлажденными. Такая же ситуация с водой, да и температура кристаллизации у нее неудобная. В выпускаемых промышленностью грелках этого типа находятся неорганические соли, которые легко образуют переохлажденный раствор. Процесс кристаллизации запускает помещенная внутрь среды металлическая мембрана или трущиеся друг по другу при изгибе стержни. Для запуска грелки достаточно на эту мембрану надавить — она щелкнет и запустит кристаллизацию — или изогнуть стержни. При этом в расплав соли попадают микрочастицы, которые и инициируют кристаллизацию. Время работы солевой грелки зависит от ее размера и температуры окружающего воздуха.

Однако выбор веществ, которые можно использовать в солевой грелке, велик. Самое известное — тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, широко применявшийся ранее (под названием гипосульфит) в качестве фиксирующего раствора в черно-белой фотографии. При нагревании этой соли, внешне очень похожей на крупный сахарный песок, до 48,5°C происходит полное растворение тиосульфата в его собственной кристаллизационной воде с образованием насыщенного раствора; выглядит это как плавление твердого вещества. Если вещество было чистое, то образовавшийся раствор можно осторожно охладить до комнатной температуры, и он останется жидким; для предотвращения быстрой кристаллизации к раствору иногда добавляют немного глицерина или хлористого кальция. Но стоит бросить в такой раствор кристаллик тиосульфата или воздействовать на раствор механически, как он очень быстро перейдет в кристаллическое состояние. При этом на 1 г соли выделится 94 Дж. В присутствии указанных выше примесей замедляется процесс кристаллизации, увеличивается продолжительность работы грелки.

Аналогично ведет себя десятиводный сульфат натрия $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, глауберова соль, в природе — минерал мирабилит. Она «плавится» при нагревании до 32,4°C, а теплота кристал-

лизации составляет 76 Дж/г. Однако переохладить насыщенный раствор сульфата натрия труднее. В солевых грелках часто используют ацетат натрия $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, который «плавится» при 58°C и имеет теплоту кристаллизации около 280 Дж/г. Теоретически можно использовать и более редкие соли, например тригидрат перхлората лития $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Эта соль «плавится» при 94,3°C, а теплота ее кристаллизации высока — 305 Дж/г. Шестиводный перхлорат магния $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ отличается прекрасной растворимостью в воде — 99 г безводной соли в 100 мл воды при комнатной температуре, однако «плавится» при 193°C, поэтому на практике не используется. При 71,9°C плавится $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, теплота кристаллизации коего 125 Дж/г.

Есть патенты на солевые грелки с эвтектическими смесями солей, которые плавятся при более низких температурах, чем компоненты. Например, смесь состава $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$ в мольном соотношении 62 : 38 плавится при 64°C и имеет теплоту 243 Дж/г. Очень низкой температурой плавления — 40°C — отличается эвтектическая смесь $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Sr}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ при мольном соотношении 2 : 1 (теплота плавления 300 Дж/г). В некоторых таких смесях используется поваренная соль, например $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ (мольное соотношение 91 : 9, температура плавления 87,7°C, теплота плавления 304 Дж/г).

Для перевода солевой грелки в исходное состояние достаточно погрузить ее на 15—20 минут в горячую воду (температура зависит от типа соли) до полного исчезновения кристаллов. Если у вас есть такая грелка, можно после кристаллизации, медленно нагревая воду, в которую она погружена, попробовать измерить температуру плавления и определить, что за соль в мягком пакетице, который так приятно греет.

И.А.Леенсон

Иод: факты и фактики

Зачем нужен иод человечеству? Сегодня ежегодное потребление иода в мире огромно — 25 тысяч тонн! Он сам или его соединения могут быть лекарством, радиоактивным веществом, добавкой для увеличения срока службы подшипников и компонентом изделий радиоэлектроники, катализатором, помощником криминалиста, реагентом, способным вызвать дождь, и многим другим.

Когда открыли иод? Именно в 2014 году исполняется 200 лет с момента, когда этот элемент впервые назвали «иодом» (это слово по-гречески значит «фиолетовый»). Произошло это во времена наполеоновских войн. Франции требовалось много пороха, изготавливали его из селитры с добавлением высушенных морских водорослей. На одном из военных заводов произошел странный случай. Забравшаяся в лабораторию кошка опрокинула сосуд с серной кислотой на компоненты будущего пороха. Внезапно появился дым фиолетового цвета, осевший в виде черных блестящих кристаллов. Диковинное явление заинтересовало химика Бернара Куртуа, который сообщил о нем коллегам. Их общими усилиями был выделен химически чистый иод — элемент, по свойствам близкий к хлору, но менее активный.

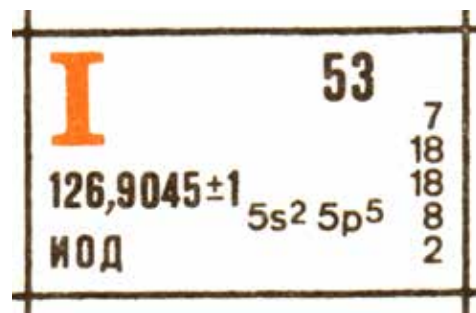
Что известно о иоде сегодня? В земной коре залежей чистого иода нет, что и неудивительно: этот элемент хорошо растворим в воде и легко испаряется. Однако немалые его количества присутствуют в чилийских селитряных копях и в сопутствующих водах японских газовых месторождений. Эти две страны — основные поставщики иода, причем на долю Чили приходится более половины мирового производства. Кроме того, иод содержится в сопутствующих водах нефтяных месторождений и в глубинных подземных водах. В России иод добывали на Краснокамском и Славянско-Троицком месторождениях, но из-за низкой рентабельности он проиграл тому, что поставляют из Чили, Азербайджана и Туркмении; оба производства в начале 2000-х годов закрыли. Еще есть известное с 1966 года Тюменское месторождение, но его разработке мешает проблема сброса сточных вод: их надо закачивать обратно в пласт, а это дорого. Основной же резервуар иода на Земле — Мировой океан, где это вещество в наибольшей концентрации накапливается в водорослях и других жи-

вых организмах. При испарении морской воды соединения иода разносятся ветрами и оседают преимущественно в почвах прибрежной полосы. В континентальной и особенно в гористой местности его мало.

К чему приводит недостаточность иода? Когда иода в почве мало, вся пищевая цепочка от растений до людей оказывается иододефицитной. Это отрицательно отражается на здоровье. Первым на проблему дефицита иода обратил внимание Наполеон, который дал задание выяснить, почему во французской части Швейцарии некого призывать в армию? Целые деревни были там полны глухих, слабоумных, физически недоразвитых и уродливых людей. У большинства имелся зоб. Ответ на этот вопрос смог дать только через 40 лет врач и ботаник Гаспар Шатен. Он первым установил связь между низким содержанием иода в природе и заболеваниями человека, назвав эти болезни эндемическими (то есть характерными для определенных районов). Однако его открытие получило признание намного позже, лишь в конце XIX века. И только тогда европейцы смогли объяснить, почему еще за много веков до новой эры китайские врачи рекомендовали при зобе употреблять в пищу морские растения.

Насколько распространен дефицит иода? По данным Всемирной организации здравоохранения, сегодня каждый третий человек живет на территориях с пониженным содержанием иода, а значит, нужны специальные мероприятия, восполняющие этот дефицит. Цель: довести суточное потребление иода у маленьких детей до 40 микрограммов, а у взрослых — до 150 мкг (при беременности — 200 мкг). Особенно иод необходим развивающемуся плоду, а также ребенку первых лет жизни и подростку в период полового созревания. При этом речь идет о миллионных долях грамма. С детьми надо быть предельно осторожным, ведь 2—3 грамма иода — смертельная доза для взрослого человека!

Какова судьба иода в организме? Поступив с пищей, этот микроэлемент всасывается в кишечнике и проникает в кровь. Большая его часть оседает в щитовидной железе. Там образуются так называемые тиреоидные гормоны, кото-



рые проникают во все органы и ткани. Их функции весьма многообразны: тиреоидные гормоны определяют умственное и физическое развитие, повышают устойчивость организма к стрессу и инфекции, тормозят развитие опухолей, участвуют в терморегуляции. После всех метаболических превращений иод присоединяется в печени к аминокислотам, и в этом виде 90% его выводится через почки. Концентрация иода в моче отражает уровень этого микроэлемента в нашем организме. О том же показателе можно судить и по анализу состава волос.

Как избежать дефицита иода? Иод содержится практически во всех пищевых продуктах, но в разных количествах. Можно приблизительно разделить их на шесть групп, в порядке убывания концентрации иода:

1. Морепродукты: печень трески, рыбий жир, морская капуста, рыба (сельдь, камбала треска, палтус), крабы, креветки, устрицы, гребешки, кальмары.
2. Овощи: свекла, баклажаны, репчатый и зеленый лук, чеснок, редис, щавель, шпинат, помидоры, спаржа, грибы, картофель.
3. Фрукты и ягоды: хурма, цитрусовые, клубника, яблоки.
4. Мясо (говядина, птица и др.); яйца.
5. Молочные продукты.
6. Злаки.

Проще всего избежать недостатка иода жителям Японии или Кореи: в их рационе много морепродуктов. Достаточно съесть в день 180 граммов трески или 100 граммов морской капусты, и суточная потребность в иоде обеспечена. А как же быть другим людям?

Все зависит от состава почв на тех территориях, где человек живет. Если иода в природе достаточно, то самая разнообразная пища может обеспечить его необходимое количество. Выше-сказанное не исключает использования йодированной и пищевой морской соли. В количестве 10—15 граммов в сутки ее можно добавлять в горячие блюда, лучше на последнем этапе приготовления, а также в салаты. В регионах с пониженным содержанием иода употребление йодированной соли обязательно, однако важно не переборщить с ней. Признаками передозировки иода могут быть хронический насморк, слезотечение, угридная

сыпь, слюнотечение. При появлении этих признаков следует проконсультироваться с врачом. Людям, которые принимают гормоны щитовидной железы (L-тироксин и пр.), также следует получить рекомендацию от врача, нужна ли им йодированная пища.

Чем еще опасен дефицит йода? Как показал опыт Чернобыля и Фукусимы, во время катастроф на ядерных объектах в атмосферу попадает много быстро распадающихся изотопов, прежде всего йода-131 с периодом полураспада восемь дней. Он собирается в щитовидной железе и начинает ее облучать изнутри, что приводит к раку. Если же в организме йода достаточно, то радиоактивного йода в железе оказывается существенно меньше и облучение не столь сильно. По мнению специалистов, если бы через несколько часов после взрыва обитателям пострадавших районов дали специальный препарат йода (кстати, такой препарат во времена чернобыльской катастрофы выпускали неподалеку от Киева), можно было бы существенно уменьшить негативные последствия. Этот же изотоп, впрочем, используют и для лечения рака щитовидной железы, точнее, для уничтожения переродившихся клеток, оставшихся после удаления опухоли. Перед употреблением препарата пациенту необходима йододефицитная диета.

Что еще лечат йодом? Жан Люголь в 1829 году первым предложил использовать раствор йода в водном растворе йодида калия для лечения туберкулеза и сифилиса. Это лекарство многие годы применяли как наружное средство, а также употребляли внутрь. Затем началось

победное шествие 5%-ной спиртовой настойки йода. Ее широко применяли для дезинфекции ран и профилактики, как в мирное, так и в военное время. Постепенно стало выясняться, что неорганический йод обладает сильным раздражающим действием. Кроме того, у 2% людей имеется повышенная чувствительность к нему, с местными и общими побочными реакциями, иногда очень серьезными. В 60-е годы XX века были созданы йод-полимерные соединения: йодовит, полидин, иодиол и др., без раздражающих свойств, менее аллергенные. Однако и их теперь потеснили антисептики другой химической природы.

Испускающий рентгеновские лучи радиоактивный йод-125 с периодом полураспада 56 дней используют для брахиотерапии, при которой капсулу с радиоактивным веществом помещают непосредственно в опухоль; йодистым препаратом лечат опухоли головы, шеи, ротовой полости и предстательной железы.

Как работает диагностика с использованием йода? Это применение вышло в современной медицине на первый план. Все началось в 1923 году, когда больному сифилисом был введен раствор Люголя. Вскоре ему же потребовалось сделать рентгеновский снимок. Неожиданно для врача на пленке появилось изображение мочевого пузыря. Оказалось, что йод активно поглощал рентгеновские лучи. Новое направление диагностики начало быстро развиваться. Буквально через пару лет появились сообщения о разработках йодконтрастных веществ, предназначенных для обследования больных в



ЭЛЕМЕНТ №...

урологии, нейрохирургии, кардиологии. Они заменили барий в гастроэнтерологии. Это стало возможным благодаря активному развитию химической науки. Были созданы препараты третьего и четвертого поколений, гораздо менее токсичные, что позволило резко уменьшить число побочных эффектов йода.

Сегодня врач может наблюдать продвижение контраста по телу в режиме реального времени. Появился новый метод — СТ-ангиография (первые две буквы от «компьютерная томографическая»; ангиография — исследование сосудов): в вену вводят контрастное вещество, затем выполняется компьютерная томография.

Каковы ограничения для использования йодсодержащих препаратов? При нарушении функции почек, бронхиальной астме, аллергии к йоду нужна специальная подготовка к исследованию, а иногда приходится вообще отказаться от него.

Профессор
С.М.Шихман

О подписке



Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001

Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802,
к/с30101810800000000777, БИК 044585777

Назначение платежа: подписка на журнал
«Химия и жизнь—XXI век»

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки на второе полугодие 2014 года с доставкой по РФ — 870 рублей, при получении в редакции — 540 рублей. Об электронных платежах см. www.hij.ru. Справки по телефону (495)722-09-46.

Об архиве

Архив «Химии и жизни» за 45 лет — это более 50 000 страниц, рассказывающих о науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Следы былой жизни



Доктор
геолого-минералогических наук
Л.Я.Кизильштейн,
Южный федеральный университет

Как правило, палеонтологические справочники украшены фотографиями минеральных остатков ископаемых организмов — раковин, скелетов. Гораздо реже встречаются замещенные минеральным веществом мягкие ткани. Именно в подобном случае облик и микроскопическая структура, а иногда и следы биохимического состава этих недолговечных объектов могут сохраняться многие миллионы лет. Нельзя сказать, что минерализация — единственный путь сохранения органического вещества. К такому же результату может привести высушивание (обычно тканей растений) или совсем редко — замораживание (вспомним останки мамонтов и других животных в вечной мерзлоте). Но минерализация лучше всего консервирует организмы, давая им возможность веками противостоять изменчивым и обычно неблагоприятным для биообъектов условиям в недрах земной коры. Замещение органических тканей минеральным веществом бывает таким детальным, что сохраняются не только внешний облик и клеточное строение, но и внутриклеточные структуры.

Напомним содержание термина. Псевдоморфоза (префикс «псевдо» — греч. ложь, подделка, «морфос» — форма) — результат геохимического процесса замещения одного объекта другим с сохранением внешнего вида исходного. Такой исходный объект может быть как минеральным (при этом, например, может возникнуть кристаллоподобная структура, форма которой не соответствует химическому составу), так и органическим.

Минералы, образующие псевдоморфозы, — это чаще всего карбонат CaCO_3 (кальцит, арагонит), кварц SiO_2 , сульфид железа FeS_2 (пирит или марказит). В.И.Вернадский писал о важности изучения псевдоморфоз: «Этот метод изучения химии земной коры не может во многих случаях быть заменен никаким иным...» Среди всех псевдоморфоз очень интересны те, что сложены пиритом (см. «Химию и жизнь», 2003, № 3). При их образовании органическое вещество не преобразуется, а именно замещается минеральным, ведь мягкие ткани состоят из белков и углеводов, то есть соединений углерода, кислорода, водорода и азота, и содержат мало железа или серы. Очевидно, что сульфид не имеет ничего общего с белками и углеводами ни по элементному составу, ни по молекулярной (кристаллической) структуре. Формирование таких псевдоморфоз намечает подход к практически важной теме — формированию сульфидных руд. Кроме того, возможно, оно прольет свет на давно известный, но до сих пор загадочный феномен возникновения и исчезновения «Золотого человека» из Фалуна.

В качестве примера рассмотрим псевдоморфозы, возникшие при замещении пиритом тел моллюсков аммонитов, живших в юрском периоде мезозойской эры (210—140 млн. лет назад) и позднее полностью вымерших. Благодаря широкой распространенности и изменчивости во времени аммониты помогают палеонтологам оценивать относительный возраст осадочных горных пород. Раковины аммонитов имеют форму плоской спирали в несколько оборотов (фото 1). Эти животные свободно плавали в море: внутренняя полость раковины была разделена перегородками на камеры. По размеру аммониты различались в сотню раз, от нескольких сантиметров до двух метров. Как и у современных моллюсков, раковина формировалась и росла за счет образования кристаллов кальцита из карбонатного материала, выделяемого телом аммонита. Между кристаллами кальцита, слагающими раковину, располагались тонкие пленки органического вещества — конхиолина: это связующее придает механическую прочность раковине и, кроме того, покрывает ее поверхность. Конхиолин состоит из белков и полисахаридов и часто сохраняется в ископаемом состоянии благодаря «герметизации» в промежутках между карбонатными кристаллами раковины.

Наблюдения полированных шлифов под микроскопом в отраженном свете показали, что формирование псевдоморфозы обычно начинается с замещения пиритом пленок конхиолина (фото 2, пирит — белое). Причина в том, что органика — питательный материал для сульфатвосстанавливающих бактерий, которые играют исключительно важную роль в геохимических процессах. Они обитают только в бескислородных (анаэробных) средах, а по способу питания принадлежат к гетеротрофам, то есть используют готовое органическое вещество. Для окисления органики эти бактерии употребляют кислород сульфатов (например, CaSO_4), восстанавливая при этом предельно окисленную серу сульфатов (S^{6+}) до предельно восстановленной (S^{2-}), при этом получается сероводород. Он-то и реагирует с ионом двухвалентного железа, которое всегда есть в природных водах, лишенных доступа кислорода, и образует пирит.



2

Поскольку на расщепление химически очень прочной молекулы сульфата уходит значительная часть энергии, образующейся при окислении органики, сульфатвосстанавливающие бактерии могут использовать не любое, а только легко усвояемое органическое вещество. Поэтому, как правило, они живут в симбиозе с сапрофитными бактериями (от греч. сапрос — гнилой и фитон — растение), которые разлагают сложные органические соединения отмерших организмов («Химия и жизнь», 2002, № 2). Этот симбиоз и объясняет удивительное наследование тонких анатомических структур растительных и животных тканей пиритовыми псевдоморфозами.

Отметим, что благодаря микробиогенному процессу образуется не менее 90% всего сероводорода биосферы. При химическом взаимодействии сероводорода с ионами металлов образуются не только сульфиды железа, но и сульфиды других металлов — меди, цинка, молибдена, кобальта, никеля, ртути, сурьмы, олова. Так формируются осадочные месторождения сульфидных руд — важнейший тип полезных ископаемых. Те же группы бактерий создали зоны сероводородного заражения глубинных вод и донных осадков в Черном море и многих других природных и искусственных водоемах.



3

Вернемся, однако, к псевдоморфозам. Академик Б.Л.Исаченко, изучая сульфатвосстанавливающих бактерий в донных отложениях Баренцева моря, заметил, что кристаллики пирита встречаются и в живых бактериальных клетках. Несложно представить, что если такие клетки заместят «съеденный» конхиолин или другие мягкие ткани тела моллюска, то в конце концов на их месте останется пирит. Если же восстановление сульфатов продолжится, микробиогенный сероводород может переместиться внутрь раковин, — и в самом деле, поверхность и полость раковины часто бывают заполненными пиритом, обычно в виде скоплений мелких кристалликов (фото 3). Так образуются сульфидные псевдоморфозы, замещающие не только раковину, но и тело моллюска и, обратим внимание, других животных и растений.

Теперь рассказ об одной исторической псевдоморфозе. В XIII веке на Фалунском медном руднике в Швеции молодой шахтер упал в глубокую трещину, пересекавшую подземную горную выработку, где он работал. Все попытки вытащить его оказались безуспешными, и он погиб в этой каменной западне. Прошло около 70 лет. Горные работы перешли на более глубокие горизонты шахты. Каково же было удивление горняков, когда, очистив выработку от обломков породы, они увидели человеческое тело, которое в свете масляных шахтерских ламп показалось в первый момент золотым! Позднее выяснилось, что тело шахтера полностью заместилось пиритом. По записанным рассказам очевидцев, оно сохранилось так хорошо, что можно было распознать черты лица. В истории горного дела и геохимии это минерализованное человеческое тело получило название «Золотой человек» из Фалуна.

Продолжение истории столь же печально, как и ее начало. Тело было выставлено на всеобщее обозрение в помещении Фалунской горной управы и вызвало большой интерес. Оно находилось там около семи лет и вдруг рассыпалось, превратившись в бурю минеральную массу. «Вдруг» надо понимать условно: разрушение продолжалось, вероятно, несколько лет, но результат оказался именно таким. В итоге от «Золотого человека» остались только описания в рудничной хронике.

Как возник и почему исчез «Золотой человек» из Фалуна? Эти вопросы геохимии и микробиологии, насколько можно судить по доступной литературе, обстоятельно не обсуждали. Предложим следующую версию.

Итак, горняк упал в трещину, образовавшуюся, скорее всего, в результате тектонических движений в земной коре. Обычно через подобные трещины (разломы) выходят глубинные газы, состав которых различен, но, как правило, они содержат оксиды углерода, азота, а также метана и других углеводородов. В шахтной атмосфере такого состава мало кислорода, что препятствует быстрому разложению органики. В трещинах циркулируют и подземные воды, содержащие растворенные сульфаты и соединения двухвалентного железа.

Звучит несколько цинично, но ткани тела человека представляли собой весьма благоприятную питательную среду для обитающих там анаэробов. Сапрофиты разлагали органику, сульфатвосстанавливающие бактерии (а их, как

Судьба «Золотого человека»

уже говорилось, в месторождении меди может быть много, более того, само месторождение может быть продуктом их жизнедеятельности) использовали продукцию первых для восстановления сульфатов, то есть образования сероводорода и сульфидов железа, как это было описано для псевдоморфоз моллюсков. Тело шахтера превратилось в такую же псевдоморфозу. По локальности и геохимическим условиям это напоминает другой природный феномен — обнаруженные сравнительно недавно при глубоководных океанических исследованиях «экосистемы китовых останков», заселенных микроорганизмами, среди которых есть и сульфатвосстанавливающие бактерии. Тела китов, опускающиеся на дно, представляют собой оазисы среди безжизненной пустыни на больших глубинах океана. Оазисом можно назвать и тело «Золотого человека», оказавшееся в каменной ловушке трещины.

С позиций геохимии картина представляется вполне завершенной. Однако напомним: по воспоминаниям очевидцев, тело шахтера оказалось не просто замещенным пиритом, а замещенным так бережно, что сохранились черты лица, части тела, поза.

Изучение псевдоморфоз пирита по ископаемым остаткам микроорганизмов показывает, что пирит аккуратно заполняет каждую клетку в отдельности. Тогда действительно могут сохраниться даже черты лица. Становится понятным тонкое сохранение минералом морфологии тканей «Золотого человека» и его удивительное внешнее подобие. Существует легенда, что несчастного шахтера опознала его невеста, в то время уже женщина весьма почтенного возраста.

Судить о том, сколько времени потребовалось на полное замещение пиритом тела горняка, трудно. Наблюдения же Б.Л.Исаченко за процессами восстановления сульфатов в природных средах показали, что образование пирита может происходить чрезвычайно быстро. В литературе имеется упоминание об эксперименте английского химика Теннанта Смитсона: тело мыши было помещено в склянку с раствором сульфата (по другой версии, мышь попала в склянку случайно) и через несколько лет оказалось полностью пиритизированным. Таким образом, выделение сероводорода, образование пирита и замещение им органических тканей могут происходить практически синхронно.

Теперь о загадочном исчезновении минерализованного тела шахтера. Главной действующей силой при окислении сульфидов служат серные бактерии рода *Thiobacillus*. Это аэробные (живущие в атмосфере со свободным кислородом) микроорганизмы, получающие энергию за счет окисления восстановленных соединений, в частности, серы от S^{2-} до S^{6+} и железа от Fe^{2+} до Fe^{3+} . Процессы окисления пирита, заместившего тело горняка, естественно, начались после того, как восстановительная среда трещины сменилась окислительной во время демонстрации «Золотого человека» в помещении горной управы. Наблюдения за псевдоморфозами показали, что в течение нескольких дней или даже часов (в зависимости от температуры и влажности среды) поверхность пиритизированной растительной ткани покрывалась каплями серной кислоты, образовавшейся в результате окисления пирита и адсорбции воды из воздуха. Музейные образцы псевдоморфоз пирита всего за несколько лет могут разрушиться, превратившись в темную землистую массу, если не принять специальных мер к их хранению. Судя по описаниям, именно такая масса осталась от разрушившегося «Золотого человека». Так ли все произошло или не так — навсегда останется предметом споров для предпочитающих сомневаться. Несомненно одно: «великие дела маленьких существ», как назвал геологическую деятельность микроорганизмов академик А.В.Таусон, таят немало удивительного.

История «Золотого человека» из Фалуна занимает умы исследователей не одно столетие, однако за это время она обросла множеством загадок и мифов, к чему приложили руку и журналисты, и поэты, и популяризаторы науки. Разные источники относят время его жизни и к XIII, и к XIV и к XVI—XVII векам. Одни его называют «золотым», а другие — «железным». Нет единого мнения даже относительно имени горняка. Так, известный популяризатор науки, доктор геолого-минералогических наук А.Г.Жабин именует его Гансом Шмюльгером и рассказывает, что тот, возвращаясь домой в подпитии обходной тропкой, упал в шахтную дыру. А спустя много лет, когда его вдова уже умерла и дети постарели, тело Ганса нашли и подняли на поверхность. Именно Жабин относит это событие к XIII веку и упоминает про невольный эксперимент Теннанта Смитсона с пиритизацией мыши. А вот Даниелс Свен Олссон, который был с 2002 по 2011 год директором Музея шахты Фалуна, в книге «Falun Mine», изданной в 2010 году, дает совсем иную версию. Имя шахтера было Мэттс Израильсон, или, как его звали друзья, Мэттс-толстяк. Пропал он в 1677 году, в возрасте 21 года, спустя неделю после помолвки с Маргретой Олсдоттер, вдовой горняка Андерса Янссона, причем был трезв, а в шахту пошел, чтобы захечь огни для смены: там его и накрыл обвал. Нашли тело 4 декабря 1719 года, после того как из ствола шахты была слита накопившаяся там вода. Сохранилась лишь верхняя часть туловища, но сохранность была настолько хорошей, что стропальщик Эрих Персон легко опознал Мэттса. Более того, уцелели и одежда, и даже табак в табакерке. После этого началась бюрократическая переписка с шахтерским начальством, а также тяжба о самом теле. Дело в том, что на останки Мэттса-толстяка претендовали две женщины, одной из которых была его невеста Маргрета. Есть мнение, что этот спор был связан с надеждой на получение пенсии за погибшего мужа и привилегии в содержании таверны неподалеку от шахты. При этом Маргрета требовала, чтобы Мэттса похоронили как положено. Однако начальство из Королевского управления шахтами распорядилось выставить окаменевшие останки в специальной комнате «для удовлетворения любопытства лиц, посещающих здешние места». Сначала его поместили в бочку, установленную в комнате для расчесывания пеньки на чердаке здания суда времен Карла XI, а в 1728 году поставили в большую стеклянную витрину. Видимо, это было связано с визитом короля Фредрика I, который решил взглянуть на диковинку. А на следующий год останки попытались реставрировать, поскольку они быстро разлагались. В 1745 году витрину отправили на верхний этаж горной конторы, где она пробыла до 21 декабря 1749 года. В тот день открыли новую больницу, и окаменевшие останки Мэттса-толстяка торжественно пронесли до больничной церкви, где и поместили в склеп горного мастера Пера Хельсингуса, который был отцом владельца шахты Йонаса Перссона. Про похороны писали все газеты не только в Швеции, но и в мире, вызвав очередную волну интереса к этой истории.

Но Мэттсу Израильсону не удалось обрести покой. В 1816 году, когда французский маршал Жан-Батист Бернадот уже фактически стал королем Швеции, велено было все могилы из церкви убрать. Останки Мэттса перенесли в церковный двор. В 1829 году их выкопали и зарыли в другой могиле, а в 1862-м и вовсе поместили в деревянную раму на фронтоне ризницы. В 1900-м году случился новый переезд: церковь отремонтировали и Мэттса положили в ящик со стеклянной



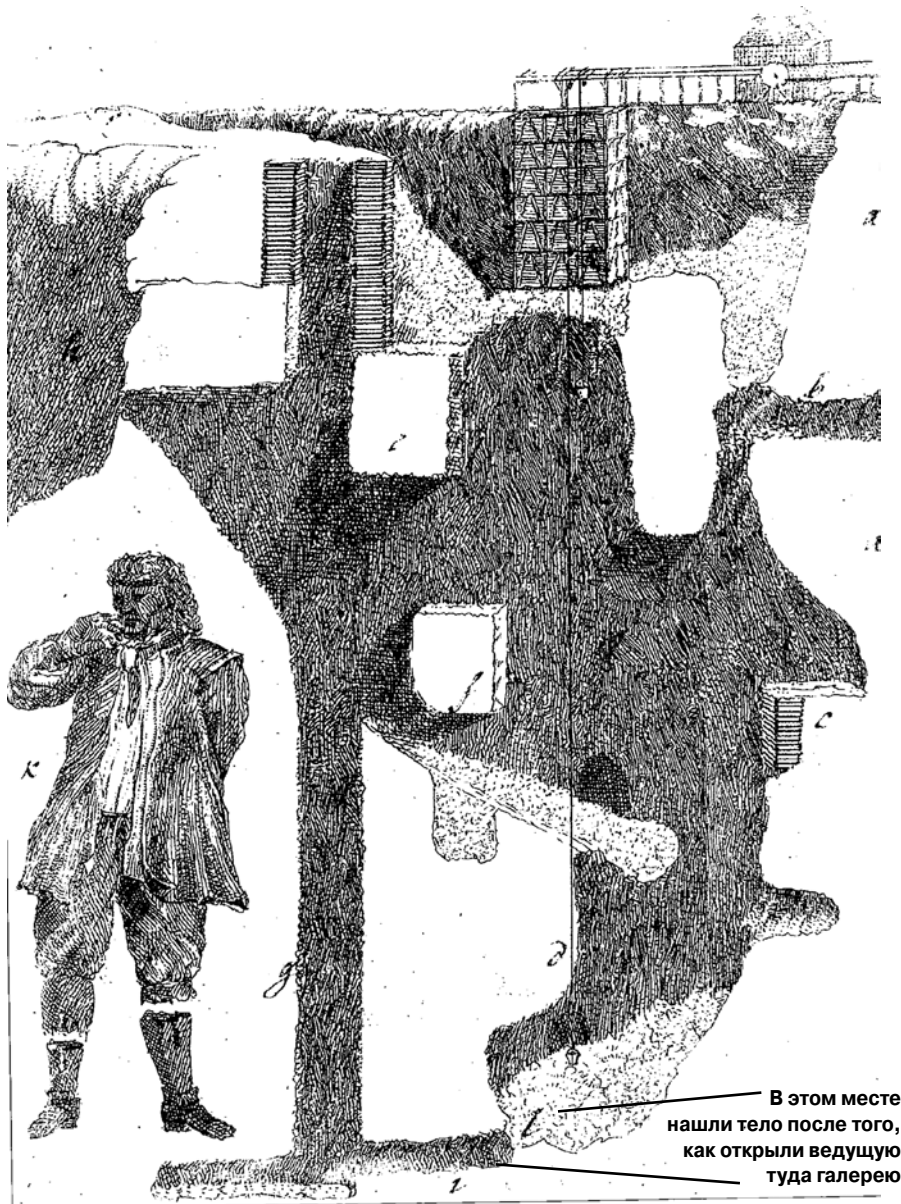


Схема шахты и поза Мэттса Израильсона в момент гибели. Вруке, поднесенной к лицу, он держит платок. Рисунок из статьи Адама Лейела

крышкой. К тому времени от него осталось немного: череп, несколько костей и обрывки одежды. Наконец в 1925 году останки решили таки предать покою и спустя пять лет решение выполнили, а могилу в 1934 году накрыли каменным памятником в форме химического символа меди.

Газетная шумиха вдохновила поэтов и музыкантов Дании, Швеции, Франции, германских и итальянских княжеств, которые стали сочинять в стиле царившего тогда романтизма истории, одна краше другой, о беззаветной любви девицы из шахтерского поселка и ее встрече с погибшим возлюбленным спустя десятилетия. Шахтера называли и Олафом, и Георгом, и другими именами; например, Эрнст Теодор Амадей Гофман в 1819 году в рассказе «Фалунские рудники» назвал его Элисом Фрёбомом. В 1842 году Рихард Вагнер предложил Парижской опере написать произведение о несчастном горняке, но получил отказ. Однако в 1866 году Франц фон Хольштейн написал такую оперу, и на протяжении XIX века ее неоднократно ставили в германских

театрах. Последнюю оперу создал композитор Рудольф Вагнер-Регени из ГДР в 1961 году, причем, успеха она не имела.

А как обстояло дело с научными исследованиями феномена? Первая публикация принадлежит Адаму Лейелу: она появилась в 1722 году в сборнике «Acta Literaria Sveciae», а сам он тогда был инспектором в Управлении шахтами. Однако за два года до этого был сделан доклад в обществе Bokwttsgillet — оно объединяло образованных людей города Упсалы, обсуждавших странные явления. В этом сообщении говорилось, что останки шахтера сразу после находки были вовсе не окаменевшими — не тверже полусгнившей древесины, поверхность губчатая, цвет — синеватый, однако, подсохнув на воздухе, они затвердели и стали угольно-черными. Предположительно превращение было связано с тем, что тело пропиталось медным купоросом, которого в водах медной шахты должно быть предостаточно. Когда Лейел исследовал останки, они по твердости напоминали рог, а не камень:

их легко можно было резать ножом. Карл Линней, изучавший этот предмет в 1734 году, отмечал, что шахтер не окаменел, но превратился в некое подобие сталактита.

Откуда пошла легенда о «Золотом человеке» — неясно. Очевидцы события ни о каком золоте вроде бы не говорят. Однако в отечественной литературе несчастный шахтер из Фалуна выступает именно под этим псевдонимом. Интересно, что сотрудники Фалунского музея, предоставившие фрагмент книги Олссона долго не могли понять, что это за золотой человек: они его знают под именем Мэттса-толстяка.

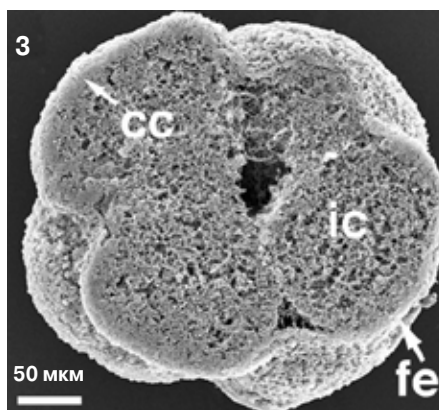
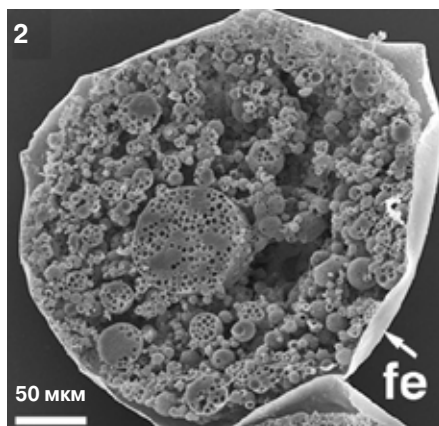
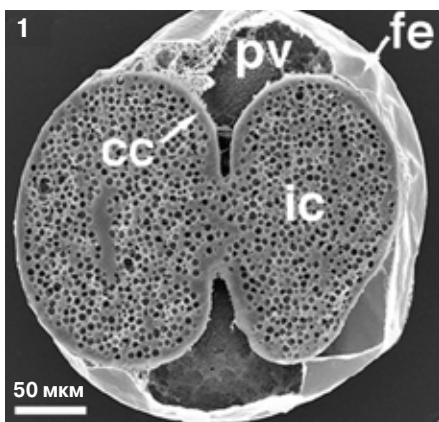
Вообще-то черный цвет, отмеченный очевидцами, гораздо более соответствует механизму, предлагаемому Л.Я.Кизильштейном (см. предыдущую статью): мелкодисперсный пирит из бактерий должен быть черным. Вот как рассказано об этом в словаре Брокгауза и Ефрона в статье «Сероводородное брожение»: «Сероводород <...> играет громадную роль в образовании черного ила или лечебной грязи. Еще английская экспедиция Челленджера (корабль «Challenger» 1872—76) показала, что отложения черного ила опоясывают подножие континентов на громадном протяжении. W.Thomson и J.Murray исчисляют площадь, занятую этим илом, в 14 500 000 кв. миль. Такой же ил отлагается в большом количестве на дне озер и морей; из него же состоит и целебная черная грязь озер и лиманов. Условия образования его везде одни и те же. Черный цвет этого ила или грязи объясняется нахождением в нем большого количества сернистого железа. Образование ила может быть объяснено благодаря трудам Вериги, Надсона и др. ученых следующим образом. В падающих на дно океанов, озер и морей осадках, состоящих из трупов животных и растений, мы встречаем целый ряд С. микробов, могущих жить как при доступе воздуха, так и в анаэробных условиях. Эти микробы (бактерии и грибы главным образом) разлагают упомянутые осадки с выделением H_2S и NH_3 . Сероводород, встречаясь с солями железа, вступает с ними в реакцию обменного разложения, в результате чего получается, в присутствии NH_3 , коллоидальный гидрат сернистого железа».

Превращение начинается...

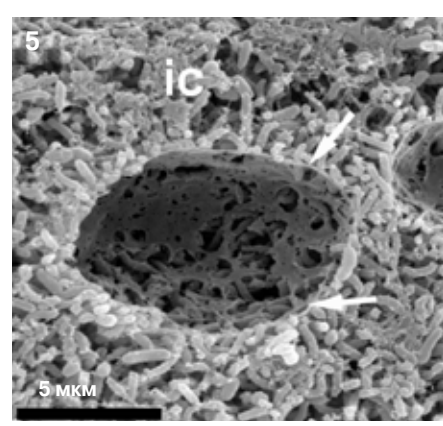
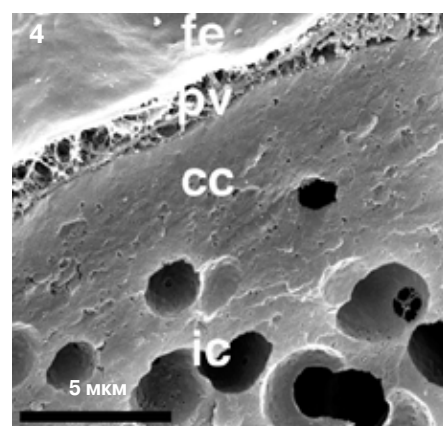
Палеонтологи не то чтобы часто, однако находят окаменевшие мягкие ткани животных. Как же они превращаются в камень? Ведь из общих соображений следует, что полностью органические ткани должны разложиться и исчезнуть практически без следа, в отличие, например, от костей, состоящих главным образом из минерального вещества. Причин тут несколько. Во-первых, после гибели организма в клетках включаются процессы автолиза — ферментативного разрушения биомолекул. Во-вторых, в этом процессе активно участвует кислород, окисляя все, что не разрушат ферменты. В-третьих, имеется немало желающих употребить органику в пищу.

Первые два процесса могут быть подавлены, если доступ кислорода к останкам затруднен: тогда не будет ни лизиса, ни окисления. А третий фактор, как ни удивительно, может стать помощником палеонтологов. Во всяком случае, это следует из опытов, которые провела международная группа исследователей во главе с Джеймсом Валентайном из Калифорнийского университета в Беркли («Proceedings of the National Academy of Science», 2008, 105, 49, 19360—19365; doi: 10.1073/pnas.0810106105). Они работали с зародышами австралийских морских ежей *Helicoidaris erythrogramma*: во-первых, те бывают весьма крупными, диаметром около миллиметра даже на этапе двух клеток, а во-вторых, окаменевшие зародыши древних ежей встречаются довольно часто.

Для начала исследователи обрабатывали зародыши средством против лизиса — бета-меркаптоэтанолом, который создавал восстановительную среду, и антибиотиком. Образцы, помещенные после этого в морскую воду, никак не менялись (фото 1; надписи на фото: fe — оболочка яйца, cc — плотная цитоплазма оболочки, ic — внутренняя цитоплазма с липидными пузырьками). Таким образом было доказано, что без бактерий минерализация не пойдет. В следующей серии опытов лизису не стали мешать, и клетки за несколько часов предсказуемо утратили все свои структуры (фото 2). В третьем же опыте защищенные от лизиса зародыши поместили в морскую воду. Практически сразу на них стали селиться бактерии, видовой состав которых зависел от того, был кислород в воде или нет. Результат же от вида бактерий не зависел: все они создавали бактериальные



маты, которые замещали съеденную органику. Эти маты состоят из клеток бактерий и полисахаридной ваты, соединяющей их вместе. Маты сначала покрывали поверхность яйца, затем бактерии проникли внутрь клеток и заполняли их тем же полисахаридным «войлоком» (фото 3). При этом морфология клеток сохранялась в мельчайших деталях, даже липидные



пузырьки, содержащиеся в исходной цитоплазме (фото 4), можно было различить (фото 5). А дальше начиналась собственно минерализация: маты замещали карбонат или фосфат кальция, в зависимости от кислотности воды. Причиной образования минерального вещества на месте органического считается выделение ионов из межклеточных биополимеров при их разложении. Во всяком случае, через несколько дней после начала процесса у некоторых бактерий в составе матов появились различимые в микроскоп панцири из белых кристаллов нанометрового размера. Поскольку получившиеся структуры весьма напоминают те, что видят палеонтологи в окаменевших зародышах морских ежей, исследователи сделали вывод: найденный ими механизм действительно работает и позволяет сохранить в веках точный отпечаток древних клеток.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Анофелес



Ласточки в люстре



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Энтомологическая экспедиция на юго-востоке Киргизии закончилась, я вернулся в Ош и как внештатный корреспондент журналов «Пограничник» и «Пограничник содружества» прибыл в Ошский погранотряд. Захожу в коридор гостиницы, привычно окидываю взглядом энтомолога окна, стены и потолок — и вместо интересных насекомых вижу гнездо ласточек. Они расположились в двухтарельчатой люстре. Птенцы, не обращая на меня внимания, сосредоточенно ожидали родителя с кормом. Вскоре в открытую дверь стремительно влетела ласточка. Птенцы встретили ее требовательным писком и раскрытыми клювиками. Ласточка, почти не касаясь абажура, кинула корм в один из клювиков и унеслась. После многих попыток мне удалось сфотографировать момент кормления.

Говорят, что ласточки выбирают место для гнезда только рядом с очень добрыми людьми.

Л.В.Каабак





Handwritten signature of the artist, S. Poinin.

Миф о самовозгорании болота



РАССЛЕДОВАНИЕ

В 2012–2013 годы журнал «Вестник Московского государственного областного университета» опубликовал несколько статей одной и той же авторской группы, которая предложила оригинальную гипотезу о самовозгорании болотных газов как причине пожаров. Версия, что называется, контринтуитивная. Когда после осушения болот горят торфяники, это понятно, однако обычное мокрое болото вроде бы не особенно пожароопасно. С другой стороны, из болот действительно выделяются в атмосферу метан и фосфин, а по утверждению авторов работ, еще и дифосфин, который и есть главное зло. Газы самовоспламеняются на жарком летнем солнце, поджигают болотную растительность — как будто бы правдоподобный сценарий...

Оказалось, что «дифосфиновая» версия активно обсуждается в Интернете и даже привлекла внимание руководства Московской области. Начались разговоры про интенсивное обводнение болот, в том числе в заказниках «Журавлиная родина» и «Озеро Заболотское» (северо-восток Подмосковья). Вообще-то изменение гидрологического режима в заказниках запрещено — оно разрушило бы местообитания краснокнижных птиц и зверей, и обводнение болот в этом плане не лучше осушения, которым увлекались в первой половине XX века. Но если болота и вправду пожароопасны? Никому же не хочется повторения лета-2010.

За разъяснениями мы обратились к главному редактору журнала «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата», кандидату биологических наук **М.В. ГЛАГОЛЕВУ** (старшему научному сотруднику кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и ведущему научному сотруднику Института лесоведения РАН). Эмиссия болотных газов входит в сферу научных интересов Михаила Владимировича, так что мы получили исчерпывающий ответ, который и предлагаем вниманию читателей.

Сущность гипотезы

Повреждение и уничтожение лесов пожарами вызывает необратимые отрицательные последствия: пожары изменяют экологический режим экосистем, их стабильность и продуктивность. В настоящее время на территории Российской Федерации более 200 миллионов гектаров леса не охраняются, из-за чего пожары охватывают огромные территории. Горят не только леса, но и торфяной слой болот: в глубине торф может гореть годами, и потушить его практически невозможно.

Обычно торфяные пожары возникают из-за горения соседних лесов или других угодий. Если пожар начинается на болоте или осушенном торфянике, причиной чаще бывает

человеческий фактор: костры, окурки и т. д. Случаются и воспламенения от молний. Однако надо заметить, что в СССР по вине людей произошло 83% лесных пожаров, а от молний при сухих грозах — только 17% (Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними, Новосибирск: Наука, 1992).

Таковы общепринятые в науке представления о причинах пожаров. Однако в публикациях Т.С. Ульбаева и соавторов (см. список литературы в конце статьи) была высказана интересная гипотеза о еще одной причине самовозгорания торфа в природных условиях.

Вот краткое изложение этой гипотезы. Фосфин PH_3 и дифосфин P_2H_4 производят в анаэробных условиях (без доступа кислорода) микроорганизмы семейств *Arthrobacteriaceae*, *Rhodobacteriaceae*, *Rhizobiaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, перерабатывая болотные осадки, в которых содержатся фосфорорганические соединения. Одновременно с эмиссией фосфина и дифосфина происходит эмиссия метана. Дифосфин, самопроизвольно воспламеняясь на воздухе (его температура возгорания 20–30°C), инициирует воспламенение фосфина ($T_{\text{возг.}} = 150^\circ\text{C}$), что, в свою очередь, может привести к возгоранию метана ($T_{\text{возг.}} = 537^\circ\text{C}$). По мнению авторов, цепное возгорание компонентов болотного газа при достаточной концентрации и большой эмиссии (выделенные слова важны, как мы увидим далее) вполне способны вызвать лесные и торфяные пожары.

В дальнейшем авторы гипотезы предположили, исходя из данных о составе торфа, специфических физико-химических условиях на дне болот и активности микроорганизмов, что на торфяниках образуются и выделяются также другие летучие газы: бороводороды, силаны, водород и т. д. Известны и органические фосфины — соединения общей формулы $\text{R}_n\text{PH}_{3-n}$, где R — органический радикал, а $n=1-3$ (за исключением нескольких низших представителей, это жидкости или кристаллические вещества). Все эти газы легко окисляются и горят с выделением большого количества тепла. Некоторые из них (силаны, бороводороды с 2–6 атомами бора, наиболее летучие органические фосфины), подобно дифосфину, самовоспламеняются при контакте с воздухом.

Гипотезу с таким уточнением уже не стоило бы называть «дифосфиновой», чтобы не запутывать читателя. Однако авторы экспериментально показали наличие в болотах только дифосфина, но не силанов, бороводородов и других газов, самовоспламеняющихся при относительно низких температурах, поэтому далее мы будем обсуждать именно «дифосфиновую» гипотезу.

Первые странности

Итак, Т.С. Ульбаев и М.Г. Базаева провели осенью 2011 года оценку возможной пожароопасности района Шатурских болот: отобрали образцы болотного газа и исследовали их на газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000М». По результатам этого эксперимента была написана статья (Ульбаев, Ба-

заева, 2012), где авторы сделали следующий вывод: «Анализ газа из Шатурских болот показал... отсутствие в образцах... дифосфина». Действительно, дифосфина нет ни в таблице 1, ни на хроматограммах, представленных авторами.

А дальше все запутывается. В следующей работе (Ульбаев и др., 2012) авторы ссылаются на только что процитированную статью, но утверждают, что дифосфин был обнаружен! «На рис. 3, 4 представлены результаты исследований проб болотного газа, взятых на востоке Московской области (Московская область, Шатурский район, остановка Харинская, Туголесский Бор, торфяные болота) [4]. В составе каждой из проб болотного газа, взятых в районе Шатурских болот, обнаружены азот, аргон, водород, метан, этан, фосфин, дифосфин, сероводород и диоксид углерода. Возможность возникновения естественного возгорания связана с наличием в смеси метана (18,35%), фосфина (1,12%) и дифосфина (0,09%)...». Под номером [4] в списке литературы второй из упомянутых статей фигурирует предыдущая (Ульбаев, Базаева, 2012), а рис. 3 и 4 — это взятые из нее хроматограммы 2 и 3. Но теперь на них появилось еще несколько газов, в частности P_2H_4 . Аналогичным образом в таблице 1 из первой статьи (мы наложили ее на хроматограмму) имеются H_2 , N_2 , Ar, CH_4 , C_2H_6 , PH_3 и CO_2 , дифосфин же отсутствует, а в таблице 2 второй статьи, в колонке «Восток», где представлены данные по Шатурским болотам, появляются H_2S и P_2H_4 ! Данные по всем остальным газам в обеих статьях совпадают. В остальных столбцах таблицы, где приведены данные по другим районам, дифосфина нет.

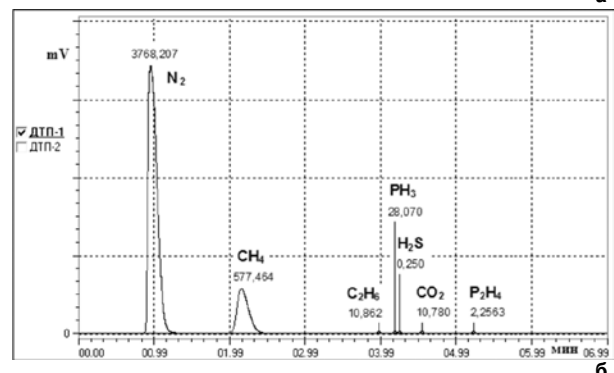
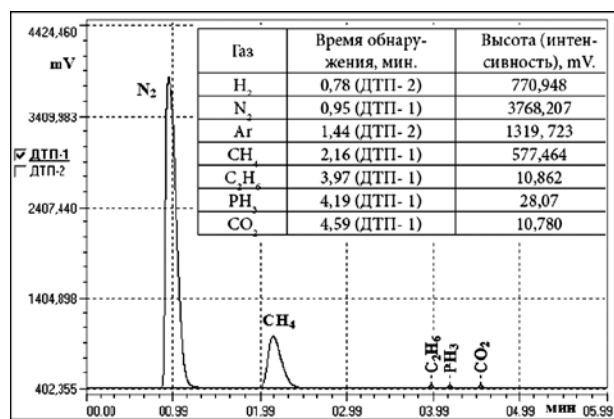
Однако даже этот факт Т.С. Ульбаев и др. пытаются поставить на службу «дифосфиновой» гипотезе путем следующего философского рассуждения: «Отсутствие дифосфина в газовой пробе, взятая на том или ином участке болота, не означает, что его нет в данной болотной системе». Возразить тут решительно нечего, но это абсолютно верное утверждение столь же абсолютно бесполезно. Хотя отсутствие дифосфина в пробе, взятой на некоем участке болота, не означает, что его вообще нет в данной болотной системе, но точно так же оно не означает, что дифосфин где-то в этом болоте есть. Оно вообще ничего не означает! А если бы означало, то подобным методом можно было бы доказывать все, что угодно, — от самых реалистичных гипотез (отсутствие в наблюдениях Т.С. Ульбаева и др. детей со спичками, разводящими костры на торфянике, не означает, что их нет на территории данной болотной системы) до самых фантастических (отсутствие в наблюдениях летающих тарелок, поджигающих торфяник двигателями, не означает, что нет тарелок).

Приходится признать, что данные весьма «мутные»: в одной статье авторы заявляют, что в Шатурских болотах дифосфина не нашли, в другой — что он обнаруживается «в составе каждой из проб болотного газа, взятых в районе Шатурских болот». В любом случае концентрация его исчезающе мала, а попытки обнаружить дифосфин в пробах из других болот успехом не увенчались.

Загорится или нет?

В формулировке «Цепное возгорание компонентов болотного газа при достаточной концентрации и большой эмиссии является реальной причиной возникновения естественных лесных и торфяных пожаров» (Ульбаев и др., 2012) «дифосфиновая» гипотеза имеет право на существование. Но самое важное и интересное состоит в том, достаточна ли в болотных экосистемах концентрация компонентов болотного газа для цепного возгорания.

На этот вопрос авторы дают четкий ответ: при наличии в смеси метана (18,35%), фосфина (1,12%) и дифосфина (0,09%) дифосфин, самопроизвольно воспламеняясь на воздухе ($T_{\text{возг.}} = 20\text{--}30^\circ\text{C}$), инициирует возгорание фос-



Одна и та же хроматограмма, приведенная в двух статьях (а — Ульбаев и Базаева, 2012, б — Ульбаев и др., 2012), претерпела любопытные изменения: в более поздней публикации (б) появились два новых пика. На хроматограмму (а) мы наложили левую часть таблицы 1 из той же работы, чтобы были понятны численные значения высот пиков

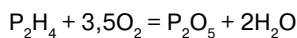
фина ($T_{\text{возг.}} = 150^\circ\text{C}$), что, в свою очередь, может привести к возгоранию метана ($T_{\text{возг.}} = 537^\circ\text{C}$).

Однако тут возникает противоречие. Как справедливо указывают сами авторы, вещества не имеют определенной температуры воспламенения — она зависит от процентного состава смеси, давления и от многих других условий (влажность торфа, его состав, степень дисперсности и др.) и может колебаться в достаточно широких пределах. Тогда какой смысл говорить о том, что дифосфин «самопроизвольно воспламеняется на воздухе»? Ведь смесь, содержащая 18,35% метана, — явно не атмосферный воздух.

Допустим, что дифосфин самопроизвольно воспламенится в такой смеси (хотя это не очевидно). Но это не означает неизбежного воспламенения всего окружающего газа. Поэтому на передний план выходит вопрос: будет ли в газовой смеси поддерживаться горение и распространится ли оно на торф?

Для возникновения горения необходимы, во-первых, горючая смесь — определенное сочетание горючего вещества с окислителем (обычно кислородом воздуха), во-вторых, инициация реакции между ними. Горючая смесь должна нагреться до температуры самовоспламенения, или же необходим внешний источник зажигания. Поскольку выше предполагалось, что дифосфин находится в температурных условиях, обеспечивающих самовоспламенение, остается один вопрос: а есть ли окислитель?

В 100 л вышеописанной газовой смеси будет содержаться $0,09 \cdot 0,01 \cdot 100 = 9 \cdot 10^{-2}$ л дифосфина — примерно 265 мг. Авторы не указывают, сколько в ней было кислорода. Однако сумма концентраций всех газов (в столбце «Восток» таблицы 2 Ульбаева и др., 2012 — мы выбрали этот столбец, потому что только в нем есть дифосфин) составляет 99,77%. На неидентифицированные газы остается лишь 0,23%, иными словами, именно таково максимально возможное содержание O_2 . В 100 л газовой смеси может быть не более $0,23 \cdot 0,01 \cdot 100 = 0,23$ л кислорода, то есть примерно 329 мг. Из уравнения горения дифосфина



очевидно, что на окисление 265 мг P_2H_4 должно пойти примерно 450 мг кислорода. А такого количества в рассматриваемой газовой смеси просто нет! Кстати, а если бы дифосфин сгорел, то насколько повысилась бы температура газовой смеси — были бы достигнуты $150^\circ C$, необходимые для воспламенения фосфина? Методика расчета разогрева газа, в котором происходит экзотермическая реакция, хорошо известна, и для 0,09% дифосфина эта температура едва ли превышает $80-90^\circ C$.

Этот расчет можно подтвердить и следующим рассуждением. Наверняка авторы не сразу измеряли состав газа в пробах — скорее всего, проходило довольно много времени (часы, если не сутки), до того как пробы доставляли в лабораторию и проводили анализ. Значительную часть этого времени пробы находились при температуре выше $20^\circ C$. Хочется спросить: часто ли авторы наблюдали самовозгорание газа в шприцах? Если уместно обратиться к нашему опыту — начиная с 1995 года мы отобрали сотни проб газа из болот Западной Сибири (по концентрациям N_2 , CH_4 и CO_2 весьма сходных с теми, которые описали Т.С. Ульбаев и др.), тысячи проб газа, выходящего из болот в атмосферу, — и ни разу не наблюдали самовозгорания.

К сожалению, концентрации других газов мы почти никогда не измеряли, так что о дифосфине ничего не можем сказать. Однако тот факт, что в сотнях и тысячах проб, отобранных по всей территории Западной Сибири (от степей на юге до тундры на севере), никакого самовозгорания не происходило, уже о многом говорит. Добавим, что наши коллеги и ученики отбирали десятки проб газа из болот Европейской части РФ (в том числе и в Московской области) и сотни проб газа, выходящего из этих болот в атмосферу. Ни одного случая самовозгорания отмечено не было!

Есть метан — нет O_2 , есть O_2 — нет метана...

Заговорив об отборе проб, мы подошли к следующей важной теме: разбавлении газа в атмосфере.

Авторы «дифосфиновой» гипотезы исследовали газовую смесь, которую извлекали из болота при помощи специального «прибора» — шприца, соединенного с воронкой. Кроме газов, перечисленных выше, они обнаружили водород (1,39%), азот (73,09%), аргон (4,89%), этан (0,44%), углекислый газ (0,43%) и сероводород (0,01%). Как мы только что обсудили, кислород если и присутствовал, то в ничтожном количестве, которое не смогло бы поддержать горение 18,35% метана, 1,12% фосфина и 0,09% дифосфина.

Тогда остается лишь одна возможность: газовая смесь выходит из болота в атмосферу, смешивается с воздухом, и получается новая газовая смесь, в которой кислорода уже достаточно. Однако вот незадача: после разбавления газа, выходящего из болота, в приземном слое концентрация дифосфина будет еще меньше 0,09%. Достаточно ли будет эта концентрация для горения? А ведь уменьшатся концентрации и фосфина, и метана...

В теории горения существует понятие о концентрационных пределах воспламенения — предельных концентрациях горючего вещества в воздухе или другой окислительной среде, при которых еще возможно распространение пламени по всей горючей смеси от источника зажигания. Для метана верхний и нижний пределы составляют 5 и 15% по объему. Согласно данным Ульбаева и др., в газовой смеси из болот концентрация метана оказывается в этих пределах либо близко к ним. Концентрация фосфина — 1,12—1,70% — также близка к нижнему пределу воспламенения (1,79%, см <http://www.fumigaciya.ru/svoistva-fosfina>). Но, повторим, выходя в атмосферу болот, газы разбавляются, и тут важно количественно указать, насколько сильно они разбавляются. К счастью, вопрос этот хорошо исследован и теоретически, и экспериментально.



Каковы концентрации газов над поверхностью болота? Показано (см., например, Бородулин А.И. и др. «Доклады Академии наук», 1996, 349, 2, 256—258), что удельный поток метана (F , $mg \cdot m^{-2} \cdot час^{-1}$), выделяемого подстилающей поверхностью, и превышение его приземной концентрации над фоновой (ΔC , mg/m^3) связаны соотношением

$$F = \varepsilon \cdot \Delta C,$$

где коэффициент пропорциональности ε — линейная скорость выделения молекул метана подстилающей поверхностью ($m/час$). Эксперименты по определению ε проводили А.И. Бородулин и др. на одном и том же болоте, хорошо изученном и с точки зрения эмиссии (удельного потока) метана. В разные годы и в разные сезоны величины ε составляли от 6,5 до 25,2 $m/час$. Мы можем оценить максимально возможное превышение приземной концентрации метана над фоновой, подставив в формулу максимальные наблюдавшиеся величины F и минимальные ε :

$$\Delta C = 45,7 \text{ } mg \cdot m^{-2} \cdot час^{-1} / 6,5 \text{ } m \cdot час^{-1} = 7,0 \text{ } mg/m^3.$$

Фоновая концентрация метана составляет около $1 \text{ } mg/m^3$, а значит, концентрация над поверхностью болота — около $8 \text{ } mg/m^3$, примерно одна тысячная процента! Очевидно, она на четыре порядка меньше нижнего концентрационного предела воспламенения метана.

Этот вывод подтверждают и результаты прямых измерений концентрации метана над границей раздела почва (вода)/атмосфера в болотах или рисовниках (в рисовниках удельные потоки CH_4 практически такие же, что и в болотах), как в природе, так и на лабораторных мезокомах. Суть первого метода состоит в следующем: на почву устанавливают «камеру» — небольшой сосуд без дна, из которого берут относительно маленькую пробу газа (маленькую — чтобы не создавать в камере разрежения и не засасывать газ из почвы). Конечно, в такой камере концентрация газов растёт с течением времени, поскольку они непрерывно выходят из почвы. Но если сделать анализ сразу после установки, результат будет отражать именно газовый состав приземного слоя. Другой, лабораторный метод заключается в том, что почвенный монолит помещают в герметичный сосуд, после чего непосредственно над монолитом из атмосферы сосуда отбирают пробу газа и анализируют ее состав. Результаты, полученные тем и другим методами, согласуются с нашим расчетом: миллиграммы метана на кубический метр воздуха.

Дать оценку приземной концентрации фосфина, даже очень грубую, несколько сложнее, и мы не будем приводить этот расчет в популярной статье. Скажем только, что эта концентрация едва ли превышает $3,5 \text{ } mg/m^3$ — еще более ничтожная величина, чем для CH_4 ! И очевидно, она также на несколько порядков меньше нижнего концентрационного предела воспламенения фосфина.

На качественном уровне наш вывод совпадает с общепринятыми представлениями, согласно которым потери фосфора из почвы в атмосферу в виде фосфина ничтожны.

Спасет ли гипотезу вязкий подслон?

Итак, даже если самовозгорание дифосфина произойдет, то, скорее всего, окружающая газовая смесь не поддержит

горение, поскольку в толще болота недостаточно кислорода, а в приземном слое не достигается нижний концентрационный предел воспламенения. Однако вряд ли в болотных экосистемах концентрации горючих газов меняются скачком от относительно высоких значений, характерных для почвенного воздуха, до низких, как в приземном слое атмосферы.

В очень тонком, миллиметровом слое воздуха, прилегающем к земной поверхности (так называемый вязкий подслой), турбулентный поток столь мал, что молекулярный поток сравним с ним. В этом слое, а также в приповерхностном слое почвы, с одной стороны, концентрации горючих газов еще не слишком малы, а с другой стороны, концентрация кислорода уже возрастает. Так, может быть, здесь выполняются условия для реализации «дифосфиновой» гипотезы?

Предположим, что в вязком подслое метан и кислород находятся в таком соотношении, которое может обеспечить горение. (Мы говорим лишь о метане, потому что при смешении с воздухом в количествах, достаточных для обеспечения горения, только он, возможно, останется в концентрационных пределах воспламенения.) Предположим также, что каким-то чудом воспламенение метана произошло. Загорится ли болото? По всей вероятности, нет.

Время, за которое загораются растения, установлено экспериментально: для болотных растений это секунды, если не десятки секунд. Например, при температурах около 831—839K для образца мха массой 2,6 г это время составило $11,6 \pm 4,5$ с, для 0,6 г брусники — 8 ± 2 с, а для 0,14 г осоки — 6 ± 1 с (Гришин, 1992, с.37—41). Может ли газовая смесь в приземном слое гореть на протяжении пяти-шести секунд?

Скорость горения зависит от физико-химических свойств реагентов и при постоянных условиях имеет определенное значение для каждого горючего. Минимальная объемная скорость, с которой может распространяться пламя по данной среде, для смеси «предельные углеводороды + воздух» составляет $0,32—0,40 \text{ м}^3 \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ (Кукин и др., 2013, с. 23, 175), что приблизительно соответствует $1 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. Но мгновенные величины удельных потоков метана, поступающего из почвы болот в атмосферу, многократно измерявшиеся как в Сибири, так и в Европейской части России, никогда не превышали $120 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{час}^{-1} \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, иными словами, были меньше на шесть порядков! Если же говорить не о мгновенных значениях, а о средних, то придется накинуть еще один-два порядка.

Таким образом, метан, который может находиться в вязком подслое, сгорит практически мгновенно, в тысячные доли секунды. Естественно, за это время новая порция метана поступить в данную область пространства не успеет, и горение прекратится.

Подобное сверхкраткосрочное горение действительно иногда удается заметить. Организуя производственную и преддипломную практику студентов (а студенты — это в общем-то большие, но неразумные дети), мы постоянно сталкивались с их попытками поджечь выходящий из болота метан. Это оканчивалось либо ничем, либо короткой вспышкой, от которой болото никогда не загоралось. Правда, в болотах (и не только в них) изредка встречаются весьма мощные выходы метана («сипы»), обеспечивающие необходимый для постоянного горения удельный поток. Естественно, если метан поджечь над сипом, то он будет постоянно гореть (это хулиганствующие студенты и инженеры также проверяли на практике). Однако торф все равно не загорается, поскольку метан выходит под большим давлением и пламя сносится вверх. В любом случае это уже не относится к «дифосфиновой» гипотезе, поскольку распространение метановых сипов обусловлено не болотами, а более глубокими геологическими структурами.

Конечно, мы не будем отрицать, что наши оценки — приближенные. Но везде, где было возможно, мы выбирали самые выгодные для сторонников «дифосфиновой» гипотезы чис-

ленные значения и везде получили один и тот же результат: условия, необходимые для справедливости этой гипотезы, не достигаются.

Теперь попытаемся оценить ее с других позиций — с позиций не самой науки, а, так сказать, социологии науки и наукометрии.

Что говорит РИНЦ

Внимание ученых и администраторов к научному цитированию объясняется тем, что это практически единственный «видимый» след научной коммуникации, показывающий, как работает механизм рождения нового знания. В принципе качество статьи можно было бы оценить количеством положительных ссылок на нее. Однако в данном случае этот подход не применим: по данным Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), ни на одну из трех обсуждаемых статей на данный момент ссылок нет вообще. Это ни о чем не говорит, ибо статьи написаны и опубликованы недавно. Поэтому единственная возможность применения наукометрии в данном случае — это оценить не качество конкретной статьи, а качество журнала, что можно сделать при помощи импакт-фактора.

Использование импакт-фактора в качестве критерия для оценки журнала основывается на предположении, что журнал, публикующий значительное число статей, на которые активно ссылаются другие ученые, заслуживает особого внимания. Чем выше импакт-фактор, тем больше научная ценность, авторитет журнала. По-видимому, чтобы придать таким оценкам более ясный смысл, нужно установить некоторый эталон авторитетного научного журнала. В настоящее время в мировой и отечественной науке таким эталоном стали журналы, индексируемые в базах данных «Web of Science» и SCOPUS (многие журналы индексируются в обеих этих базах, но SCOPUS содержит больше российских журналов). Таким образом, за эталон для отечественных журналов можно взять средний импакт-фактор российских журналов, индексируемых в SCOPUS.

Мы проанализировали 187 российских журналов, выбранных почти наугад в этой базе данных. Среднее значение пятилетнего импакт-фактора РИНЦ за 2011 год оказалось равно 0,590. Для журналов «Вестник московского государственного областного университета. Серия: естественные науки» и «Вестник Московского государственного областного университета», опубликовавших статьи о «дифосфиновой» гипотезе, эти значения составили 0,078 и 0,128 — около 13 и 22% от среднего.

Итак, гипотеза, посвященная весьма важному вопросу, а также относящиеся к ней экспериментальные данные опубликованы в журналах, рейтинг которых не слишком высок. Конечно, нельзя быть уверенным, что если импакт-фактор журнала ниже среднего, то и качество рецензирования статей в нем тоже низкое. И в журнале с низким импакт-фактором нет-нет да и появится хорошая статья, написанная, например, вчерашним студентом — начинающим ученым, не рискнувшим послать ее в более авторитетное издание. А в журнале с высоким импакт-фактором может появиться никчемная статейка — скажем, принятая редколлегией «под гипнозом» громкого имени одного из авторов, а на самом деле написанная не лучшим из его студентов. Но существует и еще один косвенный путь оценки качества статьи — по количеству и сути неточностей и ошибок. Логично предположить, что если таковых нет, то или авторы весьма аккуратны, или редакция работает с весьма опытными рецензентами. И в том, и в другом случае исследованию с большой вероятностью можно доверять. Увы, перед нами не тот случай.

Ошибки и неточности

«Болотный метан выделяется в атмосферу непрерывно в результате жизнедеятельности метаногенных бактерий (Methanobrevibacterarboriphilicus, Methanobacteriumbryantii,



Methanofollisliminatans и т. д.)» (Т.С.Ульбаев и М.Г.Базаева, 2012, с. 94). Здесь сразу несколько неточностей. Во-первых, в результате жизнедеятельности «бактерий» метан выделяется не в атмосферу, а в почву. В атмосферу он попадает несколькими путями, уже никак не связанными с жизнедеятельностью микроорганизмов. (В научной литературе описаны следующие механизмы транспорта: диффузия газа через воду или воздух, заполняющие поры в грунте; пузырьковый перенос и транспорт газов посредством растений.) Микроорганизмы выделяют метан практически непрерывно, но, к примеру, зимой, когда болото покрывается ледяной коркой, его поступление в атмосферу временами совершенно прекращается. Во-вторых, назвать метаногенов «бактериями» — грубая ошибка: по современным представлениям, эти микроорганизмы относятся к археям. Наконец, в-третьих, все латинские названия написаны неправильно. Ошибки эти можно было бы считать опечатками либо полиграфическим браком, если бы большинство их не повторялось в следующей публикации, в которой, кстати, появляются еще и новые ошибки. Мы далеки от мысли укорять авторов за это: будучи, по-видимому, химиками, они не обязаны в совершенстве знать микробиологию. Но рецензенты серьезного научного журнала должны были помочь им исправить оплошности.

А вот чуть дальше Т.С.Ульбаев и М.Г.Базаева (2012, с. 94) допустили существенную ошибку: «Эмиссия метана... происходит... независимо от уровня воды в заболоченной местности». Это не так. Многочисленные измерения, выполненные разными научными коллективами, доказали, что эмиссия метана очень сильно зависит от уровня воды. При его существенном падении она может прекращаться и даже сменяться поглощением метана из атмосферы.

По результатам своих измерений Т.С.Ульбаев и М.Г.Базаева (2012, с. 96) делают вывод: «Анализ газа из Шатурских болот показал... отсутствие в образцах... фосфина». А прямо над этим утверждением помещают «Сводную таблицу обнаруженных в Шатурском болоте газов и их параметров», в предпоследней строке которой приводят концентрацию фосфина, равную 1,12%!

А вот и настоящая сенсация: «В экологических системах болот происходит биохимическое образование... аргона (Ar)». (Т.С.Ульбаев и др., 2012, с. 161). Подобные заявления принято снабжать экспериментальными доказательствами либо ссылками на литературу, где такие доказательства приводят другие исследователи. Хотелось бы знать, в каких биохимических процессах может происходить образование аргона. Или хотя бы из каких соединений...

И затем Т.С.Ульбаев и др. (2012, с. 170) делают далеко идущий вывод: «Азот, аргон, метан и оксид углерода (IV) являются основой, «стандартным набором газов», образующихся в болотах всех типов, что говорит о единой природной системе биологического газообразования». Во-первых, повторим, аргон не образуется в болотах. И коль скоро его образование говорило бы «о единой природной системе биологического газообразования», то, по-видимому, отсутствие образования аргона должно говорить об отсутствии этой системы. Во-вторых, что это вообще такое — «единая природная система биологического газообразования»? Авторы имели в виду, что газы образуются в одних и тех же процессах? Это не так даже для отдельно взятого метана, который синтезируют различные микроорганизмы посредством разных биохимических путей.

Перечень ляпсусов неполон, но, вероятно, пора подводить итоги.

1. Экспериментальные данные не позволяют говорить о том, что дифосфин встречается в болотах в сколько-нибудь значимых концентрациях.

2. Можно уверенно утверждать, что самовозгорание дифосфина в естественных условиях не происходит.

3. Даже если такое самовозгорание произойдет, то, скорее всего, окружающая газовая смесь не поддержит горения, поскольку в толще болота недостаточно кислорода, а в приземном слое не достигается нижний концентрационный предел воспламенения.

4. Даже если окружающая газовая смесь поддержит горение в каких-то уникальных условиях, оно почти сразу же прекратится из-за недостаточного подвода новых порций горючих газов. В любом случае эта кратковременная вспышка не сможет поджечь торф.

5. Таким образом, «дифосфиновая» гипотеза самовозгорания болот предполагает крайне маловероятные процессы и является весьма сомнительной. Точнее, можно смело утверждать, что она неверна.

Особую благодарность хотелось бы выразить И.В. Филиппову (Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск), к.ф.-м.н. Ш.Ш. Максютову (Национальный институт изучения окружающей среды, Цукуба, Япония), д.б.н. А.А. Сирину (Институт лесоведения РАН, Москва) и д.с.-х.н. Ф.Р. Зайдельману (МГУ им. М.В. Ломоносова) за полезное обсуждение «дифосфиновой» гипотезы. Кроме того, мы благодарим д.б.н. О.Р. Коцюбенко (GeneXplain GmbH, Wolfenbüttel, Германия) за обсуждение вопросов микробиологии болот, связанных с данной гипотезой.

Литература

«Дифосфиновая» гипотеза

Ульбаев Т.С., Базаева М.Г. Природный источник пожаров на болоте. «Вестник Московского государственного областного университета. Серия: естественные науки», 2012, 1, 94—97 (<http://elibrary.ru/item.asp?id=18264574&>).

Ульбаев Т.С., Лукьянова Т.С., Мансуров Г.Н. Болотные газы как одна из естественных причин самовозгорания в заболоченных районах. «Вестник Московского государственного областного университета», 2012, 2, 161—171 (<http://elibrary.ru/item.asp?id=20502713>).

Ульбаев Т.С., Базаева М.Г., Мансуров Г.Н., Юнусов Х.Б. О возможных причинах самовозгорания торфа. «Вестник Московского государственного областного университета», 2013, 1, 48 (<http://elibrary.ru/item.asp?id=20178495>).

Теория горения

Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. Новосибирск: Наука, 1992.

Девисилов В.А., Дроздова Т.И., Тимофеева С.С. Теория горения и взрыва. Москва: ФОРУМ, 2012.

Кукин П.П. и др. Теория горения и взрыва. Москва: Юрайт, 2013.

Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. Москва: Наука, 1987.

Эмиссия метана

Глаголев М.В., Смагин А.В. Количественная оценка эмиссии метана болотами: от почвенного профиля — до региона (к 15-летию исследований в Томской области). «Доклады по экологическому почвоведению», 2006, 3, 3, 75—114.

Наумов А.В. Углекислый газ и метан в почвах и атмосфере болотных экосистем Западной Сибири. «Сибирский экологический журнал», 2002, 3, 313—318.

Сирин А.А., Суворов Г.Г., Чистотин М.В., Глаголев М.В. О значениях эмиссии метана из осушительных каналов. «Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата», 2012, 3, 2(6), EDCCrar0005.

Антиподы: другая Земля



Фото Андрей Павлов/Dreamstime.com

Г.Ю.Любарский

Нам интересно создать искусственный интеллект. Он бы нам строил дороги, и было б наконец понятно, кто виноват. И вообще, ИИ — дело денежное.

Некоторые даже обещают, что ИИ вот-вот будет готов, уже почти вскипел. Разобраться в проблеме трудно — мы почти перестали понимать, что означают слова, обозначающие уникальные качества. Что такое интеллект — если считать, что это свойство человека? Что такое общество? Рациональное решение? Сосуществование с чужаками?

Вроде бы, как ни крути, получается, что в XXI веке придется заниматься пониманием интеллекта и общества. Все проблемы на этом замыкаются. Чтобы понимать и моделировать такие вещи, нам нужно их с чем-то сравнивать. Посматривать иногда

на «другой интеллект» и «другое общество» — совсем другие, чтобы различать и понимать. Чтобы крутить головой и говорить: «Нет, ну это же совсем не то, у нас совершенно иначе».

Самая большая опасность при изучении ИИ — обмануть самих себя, загипнотизироваться и решить, что первым ИИ была Windows 3.1. Когда человечество себя с упоением обманывает — происходят самые страшные вещи, никакое нашествие марсиан в подметки не годится. Чтобы не обманываться, надо посматривать вот хотя бы на муравьев — именно потому, что они тоже обманывают и учат нас не поддаваться.

Муравьи регулярно обманывают исследователей. Люди находят у них сложнейшие типы интеллектуального поведения — и каждый раз оказывается, что муравьи используют очень простые остроумные решения, чтобы обеспечить сложное поведение. Муравьи учат исследователей не принимать за интеллект то, что им не является, но внешне выглядит как интеллект.

Опять обманули муравьи

Чем сообразительнее животное, с которым имеет дело исследователь, тем труднее получить объективные результаты.

Среди насекомых самый подлый объект — муравьи. Они очень умные, и потому с ними регулярно конфузы. Например, в 60-х годах был поставлен знаменитый опыт. Над муравьиной дорожкой на нитке подвешивали чашечку с сиропом. Нить была перекинута через блок, и длинный ее конец свисал над муравьиной дорожкой в другом месте, не у самой чашки. Если нитку тянуть, чашка кренится и сироп капал, его можно было собирать. Так вот, муравьи клубились вокруг этого снаряда, и одни активно тянули за нитку, а другие лопали сироп и тащили еду в муравейник. Ученые аж заходились от радости, как все это альтруистично и хорошо как муравьишки друг с другом взаимодействуют: ведь одни не получают награды, а только тянут канат, а другие только кушают.

Все это оказалось ошибкой интерпретации. Потому что у муравьев есть стандартная реакция: если какая дрянь над муравьиной дорожкой торчит, надо скушать, чтобы не мешала.

Они так дорогу расчищают. А если откуда-то падает сироп, его надо собрать и тащить в муравейник. Так что никакой взаимопомощи — каждый муравей видел стимул и адекватно реагировал. Вместе получалось как бы коллективное поведение.

Как бы коллективное, но все же — сложное, разумное и множественное. Простыми средствами достигается сложный результат.

Муравьи все время обманывают. Вот в 2009 году появилась статья с очередной сенсацией: якобы пустынные муравьи-бегунки спасают попавших в ловушку сородичей. Муравьи не только откапывают своего засыпанного песком товарища и пытаются вытащить его за ноги, но и находят в песке нейлоновую нить, которой он привязан, и перекусывают ее. Муравьи выручают только членов своей семьи. Особи того же вида, но из другого муравейника, вместо этого подвергаются нападению. Муравьи рыли песок вокруг жертвы, оттащивали крупные частицы грунта на расстояние до 5 мм от нее, тянули жертву за ноги (но никогда не дергали за хрупкие антенны), кусали нейлоновую нить, которой жертва была привязана.

Это, скорее всего, тоже случай обмана со стороны муравьев. Повторность опытов очень мала — такое наблюдали всего девять раз. Шевелится муравей в песке — дерни его. Наткнулся на корешок нитевидный при копании — перекуси. Что муравьи вытаскивали только своих из своего гнезда, а на прочих нападали — просто банальность. Определяется по запаху: чужаков кусай и гони.

Другая Земля

Эволюция животных очень рано разделилась на два крупных ствола, и потому у нас как бы два животных царства — незави-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

симо развивались позвоночные животные, рыбы-жабы-змеи-куры-собаки, и огромная ветвь беспозвоночных животных, черви-раки-моллюски-насекомые. Итак, шло две (по крайней мере две) независимые эволюции, в которых совершенствовались разные планы строения, и в результате получились абсолютно разные животные. Можно сравнивать — если в разных стволах находится какое-то сходство, то почти наверняка достигается оно разными путями.

С другой стороны, эти две эволюции шли в разных сообществах. Когда корова пасется на лугу, она в очень малой мере взаимодействует со всей кишасей насекомой жизнью у нее под ногами — упрыгивающими кузнечиками, улетающими жуками, разбегающимися муравьями и прочими такими букашками. Сообщество крупных позвоночных животных рассматривает всю биосистему как пастбище, подножный корм. А другая ветвь, всякие насекомые, — теснейшим образом сплетена с растительным сообществом: насекомые опыляют растения и паразитируют на них, строят в них свои убежища и истребляют отмершие части растений. Имеется такая экологическая матрешка: есть одна система, в основном из блока взаимодействующих насекомых и растений, а внутри у нее, в качестве почти паразита, — сообщество крупных позвоночных

животных, от наличия или отсутствия которых мало что меняется — растительно-насекомое сообщество как бы вынашивает ребенка-зверя, выкармливает его, мало что получая взамен.

Одна ветвь животных — позвоночные — сделала ставку на условные рефлексы, у этих животных побольше доля обучения в поведении. Конечно, рыбы не слишком сообразительны, но в целом позвоночные выучивают за свою жизнь, что хорошо и что плохо. Другая линия эволюция — которая привела к моллюскам и насекомым — сделала ставку на инстинкты, тут ведущую роль играет сложнейшая программа, которая всячески адаптируется к текущей ситуации. Не о том речь,

что муравьи «совсем глупые». Разумеется, муравьи вполне обучаемы. Речь об общей тенденции психики. Насекомые в большей степени устроены как системы детерминированного от рождения поведения, как довольно жестко определенные системы программ-инстинктов, которые у муравьев и других социальных перепончатокрылых дополнены мощной способностью к обучению. Однако на основе такого инстинктивного поведения насекомые добиваются удивительных результатов, и достоинства скорых на научение жирафов каких-нибудь им ни к чему.

Человек — вершина мира позвоночных животных, которые потребляют созданное для них растительным сообществом. Человек создал цивилизацию, в которой из неорганических веществ собираются много превосходящие его по масштабу сооружения, строит дороги, использует другие виды животных для своих целей, он решает сложные интеллектуальные задачи и живет в человеческом обществе, обучаясь от других особей своего вида разным умениям. Так выглядит вершина одной башни, созданной эволюцией. А там, очень далеко, мы почти не умеем так далеко видеть — на другой вершине, на другой эволюционной башне, — там находятся муравьи. Они тоже умеют из неорганики строить мегасооружения, города, строят дороги, одомашнивают других животных, выпасают свои стада и охраняют их, ведут сельхозработы на одомашненных видах грибов, делают запасы на время сурового сезона, образуют многомиллионные общества со своими взаимоотношениями.

Что это такое? Как это понимать? Это интересно.

Больше всего человек любит говорить о себе и узнавать про себя. Но так уж устроено понимание — понять можно лишь в сравнении, мы понимаем себя, глядя на окружающий мир. Вглядываясь в мир муравьев, человек очень им интересуется, потому что в конце концов он надеется понять что-то о себе.

И мы платим за то, что нам интересно. Такова простая формула. Вот гуманитария, профессору из Кембриджа Александру Эткинду, достался беспрецедентно большой грант (миллион евро) на изучение советского прошлого: для сравнительного исследования того, как одни и те же события преломляются в учебниках и книгах в России, Украине и Польше советских времен (http://www.gazeta.ru/science/2014/03/19_a_5954525.shtml, <http://lenta.ru/conf/etkind/>). Дали грант не нефтяному химику, а доценту русской литературы на кафедре славянских наук. Потому что людям интересно, что такое советский строй, какой след остался в истории от той жизни и как такое могло с людьми приключиться. Платят не за будущую прибыль, а за текущий интерес.

Так вот, муравьи людям страшно интересны. Они делают многое из того, что, как нам кажется, умеем только мы, — но делают совершенно иначе. Строят высотные здания, занимаются скотоводством, ведут войны и захватывают рабов, объединяются в бригады, индивидуально друг друга узнают... Но все это у муравьев так странно, будто хлопок одной ладонью.

Стена вокруг фаэтонов

Мирмекологи ставят интересные опыты, которые позволяют понять: что же является решающим для поражающих воображение сложных форм поведения муравьев. Например, в одной серии опытов замечательного специалиста по экологии муравьев А.А.Захарова муравейник живущих в пустыне муравьев-фаэтонов был окружен стеной. Это вид с индивидуальным типом фуражировки, муравьи идут на охоту по одному. Но стена вызывала увеличение плотности. Фаэтоны выходили из гнезда и толклись между кормушками на небольшом участке. И при росте плотности вовне муравейника начинают происходить взаимодействия того типа, что обычно бывают только внутри. Внутригнездовые формы поведения «вышли наружу». И в результате выстраиваются формы внегнездового поведения, которые не свойственны этому виду, вплоть до групповой фуражировки. Увеличение плотности муравьев вне гнезда привело к качественной смене типа фуражировки, изменению взаимодействий охотников.

ми, то есть — населением. Один из важнейших показателей состояния семьи — численность. Так что передача части населения в другую семью в удобной для транспортировки форме — самое милое дело.

Численность очень сильно сказывается на жизни семьи. Обычные наши осы, *Vespula*, которые хоть и под Москвой летают, — живут семьями особой по 100—200. В более мягком климате, на Тасмании, нашли гнездо: численность — более миллиона ос. Это такое гнездище... Из бумаги, все как положено — но миллион! А если б шершни? Это же совсем иное дело получается.

Например, известно, что, если плотность муравьев в наших умеренных лесах возрастает, снижается численность клещей. Оказывается, грызуны не выдерживают, если муравьев уж очень много, — не живет им в норках. Самим беспокойно, детки того... Уходят мышки с таких участков. Клещам нечем питаться, их тоже становится меньше. То есть плотность муравьев в лесу сильно влияет на то, какие животные в этом лесу будут жить.

Если условия очень уж благоприятные, общественные насекомые могут сильно увеличивать свою численность. Встречаются гнезда муравьев-формик до 3 м в высоту, в них живут миллионы особей. А на демографии, как известно, многое можно построить.

Становление социальности через перенаправление конкуренции

Замечательные истории можно отыскать у мирмекологов, исследующих возникновение социальности у муравьев. Чтобы поймать следы этого становления, надо смотреть не на продвинутые формы размножения, не на почкование муравейников. Там уже не разберешь. Самка с доброй долей старой семьи основывает новое гнездо: социальность почкуется, копируется, а не возникает заново. А вот «половые» формы возникновения социальности, когда оплодотворенная самка после брачного полета в одиночку основывает гнездо, — самое то. Здесь идет переход от одиночного насекомого к согласованной работе группы.

Большие батальоны

Нет, нету у муравьев цивилизации. Хотя метафоры можно наговорить красивые. Мало того что муравейник — «государство», «полис». У них есть колонии из многих гнезд, есть федерации — десятки и сотни муравейников имеют общий паспортный контроль, общую систему обменов, общие дороги и проч. Но все эти слова — в кавычках. Паспортный контроль — общий для всей системы гнезд запах, чужого сторожа грызут, своих пропускают. Если сельцо, т.е. гнездо не отшибе, со своими давно не общалось — могут возникнуть проблемы. Так и отделиться можно. Ну, дороги — они и у муравьев дороги. А обмены между гнездами идут в универсальной валюте — внутригнездовыми рабочими, личинками, куколками, яйцами и самками,

Конечно, и тут не без искажений — уже наработаны социальные инстинкты, вид уже произошел, устоялся, он успешен, но многое все же удастся подглядеть. Искажение в том, что, если б это были одиночные насекомые одного вида, могла бы возникнуть конкуренция за первичные ресурсы — за пищу, например. Но это уже социальные насекомые, в них заложены социальные инстинкты ухода за расплодом.

Самка откладывает яйца, ухаживает за ними, и вот появляются первые рабочие — один, другой, пятый... Критическая стадия развития молодого муравейника — восемь-десять рабочих. Их первейшая задача — заботиться о расплоде, и они начинают конкурировать за расплод. Серьезнейшие выяснения отношений между няньками, выстраивание жесткой иерархии — кому решать, как расположить яйца, кому их первому облизывать и т. д. Конкуренция жесткая, значит, будет высокая эффективность? Казалось бы, все хорошо — рабочие ухаживают за яйцами. Расти молодой семье и крепнуть. Но эта стадия как раз и очень опасна — муравьи могут в процессе конкуренции зашибить друг друга, так что яйцам достанется меньше заботы, чем полагается. И это еще цветочки. Силы конкуренции столь велики, что рабочие начинают конкурировать с самкой — за право заботиться о расплоде. Иногда при этом самка может пострадать.

Конкуренция приводит муравейник к дезорганизации, ломает социальность. При возникновении социальности множественность индивидов, живущих вместе, приводит к конфликту, поскольку конкуренция есть нормальная реакция независимых индивидов на нахождение в группе. Как же муравьи выбираются из этого положения? У них включаются новые инстинкты, давящие конкуренцию? Возникает «табу» на конкуренцию с самкой?

Оказывается, нет. Просто на этой стадии — 8—10 рабочих — они начинают выходить из гнезда во внешний мир, начинают охотиться, искать пищу. Происходит первое, пока еще чисто функциональное разделение на внутригнездовых и внегнездовых рабочих. С выходом наружу появляются новые социальные функции — охотятся-то они на всю семью, муравей не поодиночке ест. Силы социальности у муравьев не в пример сильнее, чем у людей.

Так вот, охотники выходят из гнезда искать еду, чтобы потом ее совместно переварить. И за эти новые социальные функции тоже начинается конкуренция. В этой конкуренции выясняется, кому выходить наружу, а кому век в няньках сидеть, кому из вышедших наружу куда ходить, кому за собой вести, а кому следовать. Самка в этих конкурентных играх участия не принимает — ее дело яйца нести. И довольно скоро проблема решается — активные ребята становятся внегнездовыми рабочими, всю работу на благо семьи, а в гнезде самка остается самой значимой особью, царицей, на которую уже никто не покушается.

Получается, что конкуренция разлагает социальность; эту конкуренцию уничтожить не удается — семье же хуже, если рабочие не будут рваться исполнить свой долг. Решение — в нахождении «новой игры», в появлении нового пространства для конкуренции, где она уже не мешает основным функциям — существованию семьи муравьев как таковой.

Так это делают муравьи. Инстинктивный уровень решения проблем. Другая ветвь эволюции живого мира, к нам не имеющая никакого отношения.

Ценности общества

Чтобы дополнить портрет необходимых муравьям социальных ценностей, надо рассказать про еще один эксперимент, поставленный крупнейшим знатоком муравьев Г.М. Длусским. (Когда мы готовили статью к печати, 1 мая 2014 г., Г.М. Длусский скончался. — *Примеч. ред.*) Эксперимент внешне кажется



простым. Берется гнездо самых обычных муравьев, *Myrmica*. Большое здоровое гнездо разделяют на три, переносят в лабораторию, поделив самок и расплод. Семьи постепенно успокаиваются. Исходно это одна семья с одними навыками, видовая норма поведения для этих муравьев — фуражировка с помощью мобилизации. Один шустрый разведчик обнаруживает корм, бежит в гнездо и активирует фуражиров-носильщиков, которые дружно толпой валят за разведчиком, ведущим их к корму.

В опыте трем получившимся семьям дали три разных режима питания. Одних кормили из единственной большой кормушки в определенном месте. Других — из многих беспорядочно расположенных малых кормушек, меняющих положение на арене. Третьих — только ночью из малых кормушек. И муравьи изменили пищевое поведение по типу, адекватному типу кормления. Видовая норма одна — но в этих условиях они отошли от видовой нормы. На большую постоянную кормушку шла мобилизация: один разведчик вел за собой толпу фуражиров для переноски корма, хотя редкие умники — которые уже знали дорогу — срезали путь и бежали напрямки, сами, без разведчика. В беспорядочно расставленные маленькие кормушки ходили поодиночке, мобилизацию не устраивали. А ночью, за ночной едой, ходили по запаховому следу — разведчик наткнулся на еду, идя обратно, метил дорогу к муравейнику, и по этой запаховой тропе шли к еде фуражиры. Такие типы фуражировки свойственны другим видам. Получается, то, что кажется особенной чертой поведения данного вида, — лишь результат обычного его обитания в определенных условиях. Изменяются условия — и муравьи способны изменить привычный тип поведения, виды с массовой мобилизацией фуражиров переходят на одиночные поиски или ориентацию на запаховый след.

Таким образом, основными «ценностями» для муравьиного общежития являются лабильность поведения и конформность к другим особям. Они определяют эволюцию общественных насекомых. Гибкое, изменчивое поведение позволяет принаравливаться к изменяющимся условиям. Учет поведения других особей и согласование своего поведения с окружающими также оказываются очень полезными.

В результате у муравьев происходит уже даже не только внутривидовое, но и межвидовое общение. Взаимоотношения между разными видами муравьев крайне сложны. Тут и рабовладение, и социальный паразитизм, когда в муравейнике растут самки другого вида, и разные формы доминирования, когда крупные активные виды отгоняют от добычи тех, кто помельче. Но кроме этих явных и грубых типов взаимодействия есть и более тонкие. Крупный специалист по межвидовым отношениям муравьев Ж.И. Резникова получила крайне интересные результаты. Оказалось, что доминирующий вид (*Formica pratensis*) не просто гоняет субдоминанта (*Formica cunicularia*), а пользуется этим видом как разведчиком. Доминант наблюдает за активностью субдоминанта на охотничьем участке, и, если где-то субдоминант начинает активно передвигаться и что-то такое делать, туда сразу стягиваются муравьи доминантного вида, аккуратно вытесняют субдоминанта и потре-

бляют найденную пищу. Точно так же муравьи *Formica pratensis* реагируют и на активность собственных разведчиков — ясное дело, если свои что-то нашли, надо поглядеть. А вот на активность других видов (например, *Formica execta*) не реагируют. Не считают их достойными разведчиками. Более того, выяснилось, что охотники с каждой дороги муравейника *Formica pratensis* узнают своих субдоминантов *Formica cunicularia* (по запаху) — они сработались с охотниками другого вида и с ними взаимодействуют, а с муравьями того же самого другого вида и даже муравейника, но с другой дороги — не взаимодействуют. Может оказаться, что имеется даже индивидуальное опознавание — конкретный охотник *Formica pratensis* лично знает тех рабочих *Formica cunicularia*, за которыми он приглядывает, чтобы при случае воспользоваться их добычей. Более того — муравьи используют подходы к добыче, отысканные другим видом, то есть способны обучаться, издали наблюдая за поведением других особей (Ж.И.Резникова, «Неантагонистические отношения муравьев, занимающих сходные экологические ниши», «Зоологический журнал», 1975, 54, 7, 1020—1031).

Чужие: терпеть, понимать, сосуществовать

Эти межвидовые отношения приводят к гораздо большему, чем просто подглядывание за соперниками и конкуренция за пищу. Конформность к социальным отношениям у муравьев настолько велика, что это перекраивает всю социальную организацию — все, к чему мы привыкли и о чем можем предполагать.

Главное в социальной организации муравьев — конечно, муравейник, семья. Муравейник рыжих лесных муравьев, группа видов *Formica rufa*. Каждый муравейник образуют сестры (рабочие муравьи — это бесплодные самки), кроме того, в семье муравьев есть несколько (иногда и довольно много) плодовых самок, «цариц». Семья устроена очень сложно — внешне единый гнездовой купол состоит на деле из нескольких секторов — «колонн». В каждой колонне свои приписанные к ней рабочие муравьи, свои самки и камеры с расплодом. Колонна обычно имеет одну дорогу. Если от муравейника отходит несколько муравьиных дорог — три, четыре или пять — значит, в нем, скорее всего, три, четыре, пять колонн, относительно независимых сегментов муравьиной семьи. Муравейник, как подводная лодка, поделен на отсеки, если с одним что-то случится — другие выживут. Хотя между колоннами идет непрерывный обмен особями... Но это уже очень сложные вещи. Организация муравейника — предмет особый, описывать его — не одна монография требуется (А.А. Захаров, «Внутривидовые отношения у муравьев», М.: Наука, 1972).

Муравейники одного вида, расположенные рядом, часто образуют «федерацию». Если приводить неизбежно неточные человеческие аналогии — это «государство». В федерацию может входить несколько десятков, а то и сотен муравейников, население ее — многие миллионы муравьев (в одном гнезде *F. pratensis* может быть до 500 000 особей). Между муравейниками одной федерации идет обмен куколками, рабочие переносят куколок и молодых рабочих туда, где они могут потребоваться. Пропуском служит запах: запаховый паспорт один на всю федерацию, если к посту у входа в муравейник подойдет муравей того же вида, но из другой

федерации (тем более — если другого вида...) — его прогонят или убьют. И опять же детали жизни муравьиной федерации — интереснейшая тема, только о ней можно рассказывать очень долго (А.А. Захаров, «Муравей, семья, колония», М.: Наука, 1978; А.А. Захаров, «Организация сообществ у муравьев», М.: Наука, 1991).

И вот недавние исследования показали, что в одном гнезде, в целостной муравьиной семье, могут обитать несколько видов муравьев. Вместе работая в одном муравейнике. Не находясь в отношениях рабства или социального паразитизма.

Виды группы *F. rufa* близки между собой, если пытаться с неизбежными искажениями переводить на «человеческий» язык — это столь же близко, как наш вид, кроманьонцы, — и неандертальцы. Наш близкий вид был, видимо, нами и съеден, а у муравьев большое количество очень близких видов, таких вот муравьиных «неандертальцев», живут друг с другом рядом.

Смешанные семьи у этих видов получаются, как выяснилось, по четырем причинам (А.А. Захаров, Р.А. Захаров, «Феномен смешанных семей у рыжих лесных муравьев», в сб. «Муравьи и защита леса», Нижний Новгород: изд. Нижегородского государственного университета, 2009, 160—165). Первая — гибридизация (близкие виды многих живых существ могут скрещиваться

Наблюдение за наблюдателем

Наблюдать за поведением — не такая простая штука, даже если это наблюдение за муравьями. Животное замечает, что за ним наблюдают, и меняет свое поведение — а ведь смысл наблюдения как раз в том, чтобы наблюдать неизменное поведение. Мало того, животное само начинает наблюдать за наблюдателем, и тут тем более всякое может произойти.

Обычная форма наблюдения за муравьями — подойти к муравьиной дорожке и начать фотографировать их передвижения или метить муравьев. Метят их индивидуально, нитрокраску крошечной капелькой наносят на спину, муравью она не мешает.

Однако муравьи держат вокруг дорожки охрану, наблюдателей, и, если кто подходит, — к нему выдвигается боевой отряд. Исследователь устраивает лежку с фотоаппаратом, чтобы заснять поведение у приманки. Из муравейника высыпает добрая треть его обитателей и залезает на исследователя. Кто-то просто деловито бежит по ученому, кто-то старательно кусает, кто-то поливает кислотой. Многие сотни муравьев несколько часов всячески испытывают новое животное на своей территории. Это надо перетерпеть.

На следующий день исследователь залегает, и тут же появляются муравьи. Каких-то пара сотен. Они на него залезают, бегают по исследователю, исследуют его и через четверть часа уходят. На третий день к ученому муравьи не подходят. «Он всегда тут лежит», «он не опасен», «это наш неопасный ученый». Всё, привыкли, можно спокойно работать.

Когда идет мечение на муравьиной дорожке — муравьи волнуются. Огромный ученый выхватывает одного за другим фуражиров и наносит на них краску. Охрана в негодовании, на дорожке затор, воины атакуют ботинки. Если действовать аккуратно, отпуская муравьев невредимыми, помещая помеченных туда же, где взял, и не повреждая муравьев, довольно скоро дорога затихает и входит в прежний ритм. За маленьким исключением. Муравьи, бегущие по участку дорожки, где работает исследователь-метчик, не пробегают мимо, а на некоторое время замирают поблизости от него — чтобы спокойно взял и пометил. Ну что, тут такая дорожка, тут метят, от этого не плохо, надо только чуть подождать. Вполне нормально.

Скучающий охотник

Дороги у формик длинные, в десятки метров, а от них — невидимыми листиками — отходят индивидуальные участки, на которых внегнездовые фуражиры ищут всякую питательность. Во внегнездовые фуражиры попадают муравьи уже взрослые, в няньки негодящие, но — по большому счету — еще салаги. Новобранец занимает самое крайнее место — получает кормовой участок на самом конце длинной дороги, а кто постарше — сдвигается внутрь, ближе к муравейнику, так что туда-обратно ноги бить меньше. Старослужащие вообще из фуражиров уходят. Как фуражир вплотную к муравейнику придвинулся, следующая его работа — на куполе стоять, гнездо охранять. Тут вообще далеко ходить не надо, вышел из нужного входа и на крыше родного дома вахту отстоял. Но опыт требуется немалый — чтобы всякую вредную тварь видеть, врагов упреждать, дом защищать. Самое старослужащему место.

Этот был ни то ни се, ни салага ни дембель, как раз посерединке, и участок его располагался примерно у середины дороги. Нормальный фуражир. Вышел на вахту, патрулирует свой участок, присматривает, чтоб съедобное шло в муравейник, а вредное — вон. И участок средний, ничего на нем толкового в тот день не было, мотался муравей по нему просто так. Служба идет.

Ему подложили ягоду малины, раскрошив на красные шарики. Малины в том году было много, и вообще в этот день в гнездо что-то другое носили, так что вызывать носильщиков фуражир не стал. Успеется. Залез в россыпь малинных шариков, деловито ее исследовал, полизал сиропу. Оно так вроде и лучше.

Прилетела муха-сепсида. Черная, блестящая, примерно с формилку размером. Небыстрая, но тоже есть хочет. Села неподалеку и пошла к малине. Муравей заметил, насторожился, медленно водит антеннами. Потом сорвался и кинулся на муху. Та испуганно взлетела. Муравей вернулся к обходу малинных шаров. Все на месте, все целы. Муха, помотившись в воздухе, села с другой стороны и снова направилась к малине. Муравей опять ее отогнал.

Это продолжалось довольно долго. Поймать сепсиду охотник в принципе мог — скорости бы хватило. Он не ловил, совершал быструю, вполне агрессивную с виду побегу в направлении мухи, а спугнув ее, степенно возвращался к обходу. Глупая муха поняла, что не обломится, раза с пятого и наконец убралась. Малина была сохранена нетронутой, хоть и не особо нужной. Но порядок соблюден — ежели на участке малина, то всяким там нечего... И опять же служба идет.

и давать потомство, более или менее плодовитое). Вторая — прием самок близких видов (обычно при нехватке самок в муравейнике принимают самок своего вида после брачного полета, но если не хватает — могут принять и самку чужого вида). Третья причина — захват чужих куколок во время похода (рабовладение); четвертая — объединение в одном гнезде организованных структур разных видов.

Последний вариант нам сейчас наиболее интересен. Как же это происходит? Оказывается, в лесу муравейники часто разрушаются. То кабаны разроют, то медведи, то дятлы или тетерева разрушат. И вот был муравейник *F. sanguinea* (вид-рабовладелец) с «рабами» *F. fusca*. Кроме этих обычных рабов, в этом муравейнике рабами были и *F. aquilonia*. Затем в 18 м от гнезда появился сильный муравейник *F. truncorum* — и этот новый вид захватил старый муравейник, истребив *F. sanguinea*. В результате получилась семья *F. truncorum*+*F. aquilonia*, эти два вида жили вместе три года, а потом *F. aquilonia* ушли из общего



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

гнезда, соорудили поблизости свое, сначала два муравейника были связаны общей дорогой, потом обмена особями прекратились и муравейники стали вполне самостоятельными.

Значит, по крайней мере, иногда, когда имеется смешанный муравейник, — муравьи постепенно разойдутся, создав «чистую» семью одного вида. Это если никто не мешает. Однако выяснилось, что муравьиные враги — те самые кабаны и дятлы — разрушают в год 90% муравейников. То есть в некоторых местах муравейники разрушаются постоянно — и выжившие части семей пытаются организовать новые муравейники. Часто — с другим, хотя и близким, видом.

И потому нередко случается, что в одном муравейнике живут несколько видов муравьев, каждый со своими самками, не мешая друг другу. После разрушения кабанами гнезд *F. polycheta* и *F. aquilonia* они мигрировали — и объединились в четыре гнезда, в каждом из которых были оба вида. Вскоре эти колонии, распочковавшись, образовали комплекс в 21 муравейник смешанного двухвидового состава. По типу муравейник был построен характерно для *F. polycheta*, которых в семьях было численно больше.

В другом случае комплекс гнезд *F. polycheta* не был поврежден, но рядом кабаны загубили гнезда *F. aquilonia* и *F. lugubris*. И муравьи этих видов подселились в муравейники *F. polycheta*, и те их приняли. Теперь существуют трехвидовые муравейники.

В условиях постоянных нарушений муравьи не успевают разделиться по видам — видимо, это процесс не очень быстрый (и, может быть, не очень для них важный?). Так что в зонах постоянных нарушений длительное время существуют муравейники, с виду совершенно

обычные. А живут в них два-три разных вида, у каждого — свои плодущие самки, свои манеры охоты.

Как организованы эти семьи? Как понимать «вид», который в данном случае является внутрисемейной группировкой неясного статуса? Каким образом в подобных условиях все же сохраняются эти виды? Ведь отличия между ними достаточно устойчивы, и мирмекологи-систематики уверенно определяют их как разные виды, а экологи тоже достаточно уверенно выстраивают между этими видами разные экологические ряды — доминирования видов друг над другом в случае конкуренции за общий источник пищи, предпочитаемые места охоты и виды добычи. На все эти вопросы пока нет ответов, это изучается.

Продолжение в следующем номере.

О пользе сексизма

Доктор
биологических наук
Д.А.Жуков
Институт физиологии
им. И.П.Павлова РАН,
Санкт-Петербург



Биологические преимущества разделения на два пола не ограничиваются рекомбинацией генетического материала в процессе мейоза. О биологическом смысле существования особей мужских и женских «Химия и жизнь» писала не раз. В этой статье я бы хотел подчеркнуть еще одну важную функцию разделения людей на мужчин и женщин.

Мы постоянно слышим — да и сами произносим — фразы, в которых явно звучит пренебрежение к другому полу, то есть сексизм. Формулировки могут очень различаться. Это может быть и пошлость («Да всем им только одно и нужно»), и комплимент («Вы такой необычный, у вас есть несвойственное мужчинам чувство юмора»). В заурядном объявлении: «Требуется секретарь. Женщина, моложе 25, выше 175» европейская феминистка увидит проявление не просто сексизма, а «ужасающего шовинизма». Даже употребление применительно к людям термина «пол», вместо прочно вошедшего в обиход «гендера», может быть расценено как проявление сексизма.

Однако сексистские высказывания приносят людям огромную пользу. Следует сразу же сказать, что автор не защищает сексизм как «дискриминирующее поведение по отношению к представителям того или иного пола». Без навязывания другому полу подчиненного положения сексистски окрашенные формулировки помогают людям удовлетворять одну из важнейших потребностей — потребность в социальной самоидентификации.

О своих и чужих

Каждый человек стремится ощущать себя членом какого-либо сообщества. Поведение человека, его душевные переживания строятся на основе идентификации себя с определенной группой: семьей, государством, народом, трудовым коллективом, болельщиком футбольной команды, группой в социальных сетях и т. д. Социальной самоидентификацией человек спасается от страха одиночества — одной из экзистенциальных, то есть присущих всем людям, проблем.

На сакраментальный вопрос «Зачем географию учить, если навигаторы есть?» есть ответ. Человек, изучающий географию и историю, ощущает себя членом больших и замечательных

Во всех культурах нормы мужского и женского поведения не просто различны, но часто противопоставляются, однако без враждебности

сообществ и в результате чувствует себя лучше, чем человек, живущий лишь текущей минутой и непосредственными впечатлениями.

Члены групп непременно должны отличаться от прочих людей неким признаком. Французский моралист XVIII века Антуан де Ривароль отметил: «Дураки, крестьяне и дикари куда тверже убеждены, что намного превосходят животных, нежели любой философ». Вероятно, он имел в виду, что «животная» составляющая человеческого поведения более доступна взгляду ученого, однако в этом афоризме можно увидеть и другой смысловой слой, близкий к нашей теме. Философы считают свою образованность свойством, достаточным для выделения себя в группу, отличную от прочих людей, тогда как необразованным людям доступно лишь отделение себя от животных. Современные же гуманитарии настаивают на исключительном положении человека в царстве животных, конечно, не потому, что уровень их развития таков же, как у французских крестьян три века назад, а потому, что они стремятся отделить себя от исследователей, изучающих человека с естественно-научных позиций.

Патриотизм зачастую, к сожалению, граничит с шовинизмом — утверждением о превосходстве своего народа над прочими. Дело в том, что недостаточно ощущать себя членом сообщества — надо, чтобы это сообщество превосходило остальные. Приятно чувствовать себя фанатом спортивной команды, но еще лучше, если это — чемпион. А если команда «вечный середняк», то мы объясняем себе это интригами и неспортивными методами соперников. Поэтому патриотическое воспитание в нашей стране, к сожалению, почти исключительно «военно-патриотическое». Гораздо проще рассказывать детям и подросткам о военных победах империй прошлого, чем объяснять значение вклада русской культуры в мировую и демонстрировать отменное качество жизни в стране.

Постоянное формирование враждебного отношения к другим народам и государствам характерно для правительств и общества многих стран. После падения метеорита 15 февраля

2013 года Владимир Жириновский заявил: «Это не метеоры падают, это испытывается новое оружие американцами... Там ничего никогда не упадет. Падают — это люди делают. Люди — поджигатели войны, провокаторы». Подобные заявления делаются для сплачивания собственных народов вокруг правящей верхушки. Такая идеологическая политика характерна не только для современной России. Некоторые прибалтийские государства сделали антироссийскую политику стержнем своей идеологической программы. Постоянное если не разжигание, то поддержание национальной розни можно наблюдать в политике не только стран с низким уровнем жизни населения, но и в развитых государствах, в том числе и в либеральной демократической Европе.

Впрочем, сожалеть о неизбежности перетекания патриотизма в шовинизм не совсем правильно. Точно так же можно сожалеть о действии закона всемирного тяготения или об электродинамическом правиле буравчика. Потому что враждебность к чужим — неотъемлемое условие привязанности к своим.

Похвальное слово агрессии

В 2013 году мир отмечал 50-летие выхода в свет книги Конрада Лоренца «Так называемое зло. К естественной истории агрессии». Эта книга стала настоящим прорывом в понимании человеческой природы, поведения и психологии человека. Лоренц показал, что агрессивное поведение не есть абсолютное зло, тяжелое наследие нашего животного прошлого. Агрессия имеет множество функций, имеющих явную биологическую целесообразность, то есть повышающих степень приспособленности животных и, конечно, человека.

Сразу отметим, что точнее было бы говорить о враждебном поведении, а не об агрессивном. Психологи и биологи по-разному определяют агрессию. Если в психологии это «причинение вреда или угроза такого причинения», то в биологии — сокращение дистанции. Психологическое определение подразумевает точное знание мотивов поведения, что принципиально невозможно в биологии. Хорошо известно, что высказывание «Я ведь тебе только добра желаю» чаще всего лживо. Поэтому биологи могут говорить, например, об «агрессивном вылизывании», при котором одна кошка продолжает вылизывать другую, хотя та стремится этого избежать. Поэтому вместо агрессии в традиционном понимании следовало бы говорить о враждебном поведении и (или) отношении к другим, которое однозначно связано с получением неких преимуществ за счет других. Но в дальнейшем изложении оставим термин Лоренца.

Трудно выделить среди функций агрессии важнейшую. Очевидно значение и материнской агрессии, и агрессии, побуждающей молодое поколение искать счастья в чужих краях, и многих других. Для темы этой статьи актуально то, что агрессия (враждебность) к чужим необходима для формирования привязанности к своим. Без враждебности к представителям другой стаи невозможно формирование своей собственной стаи. Отсутствие враждебности к чужим (да-да, ксенофобии) превращает стаю в анонимное сообщество. В анонимном сообществе, например в косяке сельдей, равнодушном к другим косякам, проблемы соседа никого нисколько не интересуют. Соответственно чем сложнее социальная организация вида, чем прочнее внутригрупповые связи, тем более выражено враждебное отношение к чужакам.

Протицируем Лоренца: «Личный союз, личную дружбу мы находим только у животных с высокоразвитой внутривидовой агрессией, причем этот союз тем прочнее, чем агрессивнее вид. Едва ли есть рыбы агрессивнее цихлид и птицы агрессивнее гусей. Самое агрессивное из всех млекопитающих — вошедший в поговорку волк, “bestia senza pace” у Данте, — самый верный из всех друзей».

Отметим, что за полвека, прошедшие после выхода книги Лоренца, диалектическое единство враждебности к чужим и привязанности к своим было показано для многих биологи-

ческих видов, от птиц до людей и других приматов. Вот лишь несколько ссылок для интересующихся: Kelly A.M., Goodson J.L., «Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2014, 111 (16),—6069—6074, doi: 10.1073/pnas.1322554111, Puga-Gonzalez I. et al., PLoS One, 2014, 9 (3), e91262. doi: 10.1371/journal.pone.0091262, White A.E. et al., «Journal of Personality and Social Psychology», 2012, 103 (4), 622—634.

Внутригрупповое сплочение, то есть реализация потребности в социальной самоидентификации, не обязательно требует враждебной агрессии — сокращения дистанции, нападения — по отношению к другим группам. Часто вполне достаточно некоего пренебрежения, в случае человека — например, реплики, указывающей на недостатки членов других групп. Подобные высказывания чаще всего бывают шуточными, в серьезность их не верят сами авторы. Представители естественных наук любят шутить над коллегами другой специальности. Например, преподаватель Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана говорит на лекции: «А почему число Авогадро такое неудобное? Да его химики придумали!» Химики, в свою очередь, подшучивают над биологами, биологи — над физиками, физики-экспериментаторы — над физиками-теоретиками, и наоборот. При этом все они прекрасно понимают, что коллеги, специалисты в других областях не меньше профессионалы, чем они сами. Часто без их помощи не обойтись при исследовательской работе. Просто у них другой набор рабочих методик, другая степень математизации их дисциплины — и, будучи «другими», они представляют собой отличный объект для подшучивания. Пикировка, взаимное подкалывание в беседе приносят большое удовлетворение всем участвующим сторонам.

Главное в подобных забавах — быть уверенным в чувстве юмора собеседника, в его способности не обижаться. Практический совет: обнажайте свои характерные черты, которые собеседник сможет преувеличить и использовать для насмешки над вами. Например, акцент. Русский профессор, переехав из Чикаго в университет штата Джорджия, выступал перед новыми коллегами и подчиненными и завершил свою речь словами: «У меня уже типичное южное произношение», произнеся это с характерной русской артикуляцией.

Пренебрежительные высказывания в адрес других сообществ неизбежны, потому что они повышают самооценку человека. Современная либеральная тенденция в обществе полагает такие речи противными идее толерантности. Но между словом и делом, между констатацией «инакости» другой группы, шутками на эту тему и угнетением «иных» — огромная дистанция.

Все познается в сравнении

Как формируется самооценка? Как определить, насколько я хорош, красив, умен, богат, успешен, популярен и пышен бородой? За счет сравнения себя с другими людьми. Поэтому простейший способ повышения самооценки — принижение других людей. Назвав всех дураками, человек не становится умнее, однако на душе у него легчает. Многие люди делают гадости окружающим отнюдь не для того, чтобы получить какие-то



ДИСКУССИИ

материальные выгоды. Потому-то зависть и объявлена грехом, что завистливое поведение уменьшает приспособленность сообщества в целом.

В рассказе Клиффорда Саймака «Дурной пример» робот Тобиас работает городским пьянчужгой. Для всех жителей маленького городка он — дурной пример, паршивая овца и пятно на репутации города. Сам он мечтает о сложной интеллектуальной работе в глубоком космосе, но каждый день бродит по улицам, изображая окончательно опустившегося человека. И утешает его только мысль о важности такой социальной работы, благодаря которой жители городка не только наглядно предупреждаются о пагубности пьянства, но и сплачиваются против него и к тому же бессознательно гордятся своим нравственным превосходством.

Знаменитый литературный критик В.Г.Белинский посетил сидевшего на гауптвахте Михаила Лермонтова. Какой гениальный юноша, написал он в тот же день, но насколько же я выше него в нравственном отношении! Признавая за кем-то очевидные достоинства, мы непременно найдем в нем и некий недостаток, которого мы, по нашему мнению, лишены.

Итак, наше самочувствие улучшается, когда мы ощущаем себя лучше других.

При делении на чужих и своих в качестве дискриминативного может быть использован любой признак. (На всякий случай напомним: в психологии «дискриминативный признак» означает «различительный», а не «тот, по которому отбирают угнетаемых».) Но для любого человеческого сообщества наиболее явным будет признак пола. Все люди на Земле делятся на женщин и на мужчин, поэтому этот признак универсален. Явными различиями внешнего вида (то, что в биологии называется половым диморфизмом) отличия женщин от мужчин не ограничиваются. Очевидна и принципиально различная роль двух полов в рождении детей, их воспитании и обучении. А из этого следует и разделение социальных ролей, в самом широком смысле. Поэтому во всех традиционных культурах половые различия подчеркивались и усугублялись гендерными — разницей в поведенческих нормах, начиная с одежды и вплоть до права общения с различными богами (см. рис.). Подобные нормы существуют для того, чтобы не размывалось понятие «мужчин» и «женщин». С детских лет человека направляют фразами типа «разве так мальчики/девочки себя ведут?»

Аффектированное деление человечества на два гендера — на культурно обусловленные группы двух полов, имеет и очевидное психологическое значение, что составляет предмет данной статьи. Благодаря такому делению любой человек имеет возможность удовлетворять важнейшую потребность в социальной самоидентификации. Наличие двух полов, подчеркиваемого достаточно жесткими рамками мужского и женского поведения, позволяет человеку ощущать себя членом определенного сообщества — либо мужчин, либо женщин. Даже если человек терпит неудачи в других сферах жизни, точнее, испытывает дискомфорт во всех своих социальных группах, он легко удовлетворяет потребность в социальной самоидентификации, ощущая себя членом группы, сформированной по признаку пола. Предлагаю читателям и читательницам вспомнить свои любимые занятия, непонятные большинству представителей другого пола, будь это посещение распродажи весенней коллекции или стрельба в цель. Они радуют нас в любой ситуации, объединяют с братьями/сестрами по полу, которые интересуются тем же самым, а дополнительным плюсом, как ни парадоксально, может стать внимание противоположного пола. Ходить по магазинам мужчины обычно не любят, а нарядных женщин — даже очень.

Против кого дружим?

Как мы уже отмечали, групповая самоидентификация невозможна без определенной враждебности к альтернативной группе. В исследованиях М.Л.Бутовской показано, что в обще-

нии мальчиков и девочек трех—шести лет присутствуют те же стереотипы поведения, которые отмечаются при контактах двух племен примитивной культуры (Бутовская М.Л. Тайны пола. Мужчина и женщина в зеркале эволюции. Фрязино: «Век 2», 2004).

Некоторые социальные группы формируются на основе враждебности к чужакам. Для членов таких сообществ агрессивная враждебность к «другим» становится формообразующим началом собственной самоидентификации. Другими словами, важно не «кто ты такой», а «против кого ты». Такие экстремистские сообщества, ведущие борьбу против кого-либо, образуются на разных основах: национальной, религиозной, политической. Возможна и любая другая основа. Например, лица, объявляющие себя защитниками животных, громят биологические лаборатории и зоопарки, выпуская животных «на свободу». Никакие аргументы — о практической важности исследовательской работы, о значительно большей продолжительности жизни животных в зоопарках по сравнению с дикой природой — на них не действуют. При этом они не проявляют никакой созидательной активности, хотя могли бы, к примеру, собирать средства и добиваться строительства переходов для диких животных или кошек под полотнами автомагистралей. Провоцируя своими акциями враждебные действия властей и части населения по отношению к себе, эти меньшинства сплачиваются, удовлетворяя свою потребность в социальной самоидентификации.

Злоба, которую члены подобных групп демонстрируют в отношении «других», дает психиатрам основание говорить порой о бреде манихейства. (Манихейство в философии — представление о жизни как о борьбе добра со злом. Субъект всегда, естественно, представляет силы добра.) Одна из таких агрессивно-враждебных групп — радикальные феминистки.

Современный феминизм не имеет ничего общего с феминизмом XIX—XX веков — борьбой за предоставление женщинам равных прав с мужчинами. В России, в Европе и в большинстве стран, которые принято называть «развитыми», женщины давно имеют все те же гражданские, политические и социальные права, что и мужчины.

Поскольку задачи феминизма XIX—XX веков решены, а цели достигнуты, на знамени современного феминизма написано «За гендерное равенство», а свою враждебность феминистки направляют на врожденные различия в психике и поведении мужчин и женщин. Основной теоретический тезис современного феминизма — «Врожденные половые различия ограничиваются репродуктивной сферой». Следовательно, утверждают они, все различия в психике и поведении женщин и мужчин возникают в результате патриархального воспитания.

Эти положения абсолютно не соответствуют огромному массиву экспериментальных данных, которые медики и биологи накопили за последние десятилетия. Тем не менее феминистки упорно отрицают очевидное. При этом они не скрывают тенденциозность своего подхода. Так, известная феминистка Шон Берн пишет: «Гендерные исследования сдвинулись с мертвой точки, лишь когда в науку пришло новое поколение — целая плеяда вдохновленных феминистским движением женщин». Получается, что феминизм стимулирует гендерные исследования, которые, в свою очередь, подкрепляют идеи феминизма.

Все усилия феминисток направлены на доказательства врожденной одинаковости двух полов. Даже преимущества женщин, например лучшую вербальность, то есть способность оперировать словами, феминистки считают результатом воспитания. Впрочем, не только феминистки путают понятия «равенства» и «одинаковости». Та же ошибка свойственна людям вообще. На распространенность этого заблуждения указывал в середине XX века знаменитый психолог и философ Эрих Фромм. Более того, уже упоминавшийся Антуан де Ривароль писал в конце XVIII века: «Философы перепутали равенство со схожестью». Видимо, принцип эгалитаризма, сформулированный французскими просветителями, до сих

пор не вполне ясен большинству людей, хотя различие между категориями «одинаковость» и «равенство» легко уяснить, справившись со словарем.

Миф о заговоре мужчин

Некоторые сочинения феминисток вызывают чувство неловкости за автора. Например, Наоми Вульф в своей книге «Миф о красоте» (которую издатель рекомендует как «библию современного феминизма») призывает женщин отказаться от ухода за своей внешностью, который, оказывается, навязан им мужчинами.

Эта книга откровенно глупа, наивна и лицемерна. Лицемерие автора становится очевидным, если взглянуть на ее фотографии. Мы видим симпатичную и весьма ухоженную женщину. Примечательно, что на всех изображениях она одета в разные платья и костюмы. Одежда так быстро приходит в негодность? Или женщина все же старается нравиться? Феминистки XIX века были более последовательными.

Наивность книги в ее конспирологичности. Видеть чью-то тайную волю, заговор (в данном случае — мужчин) в процессах, развивающихся вследствие сложных естественных закономерностей, — одна из особенностей примитивного, архаичного мышления. В свое время во всех человеческих сообществах возникла идея бога. Видимо, это произошло потому, что, привлекая такую сущность, как бог, легко ответить на вопрос типа «Почему эта зима бесснежная?» Да богов прогневили! Такое объяснение гораздо понятнее и проще, чем «флуктуации атмосферных процессов, связанные с цикличностью процессов космических, в частности геофизических». Склонность женщин украшать свою внешность люди объясняли в библейские времена кознями падшего херувима Азазела (Книга Еноха, 2, 14—15).

И Азазел научил людей... искусствам: запястьям, и предметам украшения, и употреблению белил и румян, и украшению бровей, и украшению драгоценнейших и превосходнейших камней, и всяких цветных материй и металлов земли.

И явилось великое нечестие и много непотребств, и люди согрешили, и все пути их развратились.

Наоми Вульф, вероятно, атеист и агностик, поэтому архаичность ее мышления проявляется в создании теории о всемирном мужском заговоре. Однако объяснить стремление женщин украшать себя можно и без конспирологической теории. Современная глобальная экономика основана на постоянном росте потребления. Мировой оборот косметической индустрии составляет сотни миллиардов долларов, что превышает, как говорят, суммарный оборот наркоторговли и торговли оружием. А есть еще индустрия одежды! Поэтому реклама постоянно давит на женщин, заставляя тратить огромные ресурсы на выполнение уроков Азазела.

Отметим здесь и очевидный вред аксиомы феминизма о всемирном заговоре мужчин. Пропагандируя тезис патриархальности человеческого общества, феминистки воспитывают девочек и девушек во враждебном отношении к мужчинам. В результате молодая женщина относится к мужчине лишь как к донору спермы, хотя фаллоимитатору и говорящему банкомату.

Глупость книги, как и многих других современных феминистических произведений, проявляется в игнорировании врожденных половых особенностей психики и поведения. Глуп ведь не тот, кто чего-либо не знает, а тот, кто не хочет знать мнения специалистов. Забота о внешности имманентна женщинам. Это показывает, в частности, практика воспитания девочек в стиле унисекс. Несмотря на то, что родители одевают ее исключительно в джинсы и свитера, девочка все равно мечтает о платье принцессы — и обязательные джинсы становятся такой же тиранией, какой сто лет назад была обязательная юбка.

«Равенство», вредное для здоровья

Показателен опыт построения нового общества Советским государством. Нового человека воспитать не удалось, не удалось изменить врожденные потребности и врожденные стереотипы



ДИСКУССИИ

удовлетворения этих потребностей. В частности, бесполое слово «товарищ» было быстро вытеснено из обыденной речи. Воспитать нового человека не удалось. В частности, не удалось достичь «гендерного равенства». Сразу после революции 1917 года власть пыталась внедрить отношение к женщине как товарищу, который, конечно, порой отвлекается на роды, но в остальном — такой же член общества, как и мужчина, и поэтому нормы поведения для мужчин и женщин должны быть одинаковыми. И хотя такая система отношений поддерживалась широким распространением яслей, столовых, домовых кухонь и т. п. услуг, минимизировавших домашние хлопоты, нивелировать половые особенности стереотипов поведения не удалось.

Современные попытки упразднить социальные институты, закрытые для противоположного пола, которые проводятся под лозунгами «политкорректности», «равенства прав» и пр., вредны по многим причинам. В том числе и потому, что игнорируют врожденную потребность человека в социальной самоидентификации. Например, в докладе Шведского агентства социального страхования отмечается, что начиная с 1980 года среди болеющих шведов трудоспособного возраста процент женщин постоянно увеличивается (Bergendorff S., Morner C.G., «Health Implications of the Swedish Gender Equality Policy», Swedish Social Insurance Agency, Working Papers in Social Insurance, 2006, 1). Увеличение гендерных различий особенно заметно для категории «психические расстройства». По мнению авторов исследования, это связано с форсированным внедрением принципа гендерного равенства в шведское общество, а обнаруженную тенденцию можно объяснить тем, что представители сильной половины человечества испытывают психологическую травму от потери традиционно мужских привилегий, женщины же страдают от дополнительной нагрузки и длительного рабочего дня.

На наш взгляд, основная причина ухудшения здоровья при размывании гендерных стереотипов поведения заключается в исчезновении самого эволюционно древнего, простого и надежного критерия социальной самоидентификации — половой принадлежности. А идентифицировать себя как члена определенной группы — исключительно важно для профилактики депрессии.

Половые стереотипы поведения закодированы в глубинах нашей психики. И это замечательно, потому что каждый из людей имеет возможность идентифицировать себя с определенной социальной группой — мужчинами или женщинами — с характерными для каждой внешними признаками, в том числе и с особенностями психики и поведения.

Укрепление связей внутри социальных групп служит стабильности и устойчивости к внешним воздействиям всего человеческого сообщества. А идентифицировать себя с группой «братьев (или же сестер) по полу» особенно просто с помощью таких мыслей, которые сейчас принято называть сексистскими. Но будем допускать сексистские высказывания тогда и только тогда, когда мы уверены в чувстве юмора собеседника!



«Павлина веерное ДИВО»

Н.Л.Резник

*Золотистый хвост его украшен
Тысячею многоцветных пятен.*

Н.Гумилев

Представительские расходы

Трудно себе представить павлина без его великолепного шлейфа. Они практически синонимы. Иногда шлейф называют хвостом, но это неправильно. Павлин очаровывает надхвостьем — сильно развитыми кроющими перьями. Хвост у павлина тоже есть, он серый, клиновидный и состоит из 12 крупных рулевых перьев.

Шлейф взрослого индийского павлина *Pavo cristatus* — сложная, упорядоченная структура, состоящая из четырех видов перьев. Верхний край развернутого шлейфа образуют самые длинные перья, которые оканчиваются V-образной развилкой, так называемые «рыбьи хвосты». Его центральную часть составляют перья с крупными «глазками» (глазчатыми пятнами). Нижние края надхвостья формируют изогнутые мечевидные перья и перья с небольшими глазками. Все это великолепие ежегодно вырастает к началу брачного сезона у половозрелых самцов старше трех лет из специальных фолликулов, количество которых, очевидно, предопределено генетически. Этим фолликулам павлины обязаны регулярным строением шлейфа. В конце лета — начале осени самцы теряют кроющие перья, чтобы на следующий год обрести их вновь.

Шлейф павлина представляет собой классический пример действия полового отбора. Принято считать, что состояние перьев — один из критериев, по которому самка может при мимолетном знакомстве оценить достоинства самца. На поддержание своего оперения в достойном виде павлин тратит почти 15% времени («Behavioral Ecology», 2005, 16, 89—95, doi:10.1093/beheco/arh135). Прихорашиваясь, он не кормится и не следит за окрестностями, а ведь потеря бдительности может стоить птице жизни. И раз уж павлин позволяет себе такие траты, раз он нашел в себе силы не только вырастить большие и красивые перья, но и сохранить их, несмотря на угрозу со



стороны хищников, значит, он здоров, силен, осторожен и наследственность у него превосходная! Кстати, павлин отнюдь не чемпион прихорашивания. Красный фламинго и восточный венценосный журавль тратят на свои перья 32% времени, серый журавль около 20%, красный ибис более 21%, а лесной ибис почти 24%.

У каждого самца павлина есть постоянная площадочка, которую он защищает от других самцов и на которой токует, стараясь привлечь самку. Если это удастся, он выполняет довольно сложный ритуал ухаживания, демонстрируя шлейф, собственно хвост и яркие крылья. Счастливая встреча заканчивается спариванием, после чего пава отправляется устраивать гнездо, откладывать яйца и воспитывать птенцов, а павлин остается охмурять новую красавицу.

Учет глазков

Итак, самцы распускают хвост, самки смотрят и выбирают. Ученые тоже смотрят, пытаясь понять, какими критериями руководствуются павы. Прежде всего в глаза бросается сложный орнамент шлейфа, и некоторые исследователи предположили, что самки павлина судят о партнере по количеству глазков. Эту гипотезу много лет проверяет специалист из Университета Норфолка Марион Петри. Она работала с павлинами, живущими в одном из британских парков. Методику она использовала оригинальную: просто отрезала ножницами у нескольких павлинов по 20 самых крупных глазчатых перьев и проверила, как эта манипуляция повлияет на репродуктивный успех павлина, то есть количество спариваний за определенный период времени. Удаление глазков не повлияло на общую длину шлейфа, которую определяют перья

«рыбьи хвосты». Оказалось, что павлины с удаленными глазчатыми пятнами спаривались значительно реже, чем птицы контрольной группы. Самцы, ранее пользовавшиеся успехом у самок, утрачивали его вместе с глазками. Кроме того, самки, которые спаривались с более орнаментированными самцами, откладывали более крупные яйца. А когда пав вынуждали скрещиваться с павлинами, лишенными части глазков, они высиживали значительно больше дочерей, чем в случае, когда скрещивались с теми же самыми самцами с неповрежденным шлейфом. Очевидно, самки предпочитают не иметь сыновей от неказистых самцов. Конечно, они делают это не сознательно, для этого существуют специальные физиологические механизмы. Способность снижать количество сыновей в потомстве, если отец не слишком хорош, присуща самкам разных видов, но наш рассказ о павлинах, у которых, как оказалось, не только репродуктивный успех самца, но и соотношение полов в его потомстве зависят от количества глазков на шлейфе («Biology Letters», 2005, 1, 204-207, doi: 10.1098/rsbl.2005.0295).

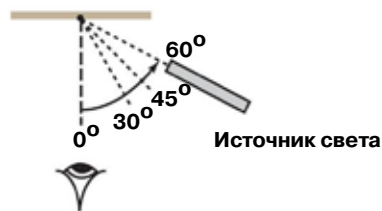
Роль глазков подтвердили и французские ученые, в том числе Аделин Луайю, постоянно меняющая место работы. Они пришли к выводу, что павы реагируют не на количество глазков, а на плотность их расположения, то есть главное, чтобы шлейф был густо усеян глазчатыми пятнами.

Исследователи проверили нехитрую идею о том, что показателем здоровья самца служит не только состояние его оперения, но и поведение. Если поведение отражает текущее состояние здоровья, рассуждают они, то при воздействии на иммунную систему оно изменится, а если оперение служит показателем «качества генов», то по его состоянию возможно предсказать,



Перья с малыми глазками и изогнутые мечевидные перья образуют нижний край шлейфа

Павлиний шлейф состоит из четырех типов перьев



Окраска пера зависит от того, под каким углом на него падает свет и смотрит наблюдатель. По мере увеличения угла цвет сине-зеленой зоны меняется от зеленого к синему

как павлин справится с инфекцией («Behavioral Ecology and Sociobiology», 2005, 58: 552–557, doi: 10.1007/s00265-005-0958-y).

Состояние здоровья павлинов определяли по концентрации нейтрофилов (клеток иммунной системы) в крови, а поведение оценивали по частоте демонстрации шлейфа. Увеличение концентрации нейтрофилов — признак инфекции. Исследователи установили, что чем больше нейтрофилов циркулирует в крови павлина, тем реже он раскрывает шлейф. Чтобы имитировать инфекцию, птицам ввели липополисахарид кишечной палочки, а контрольным павлином — физиологический раствор.

Поймка — это стресс для павлина. Самцы контрольной группы только на пятый день пришли в себя и вернулись к обычному поведению. Что уж говорить о птицах, получивших бактериальный липополисахарид, — они восстанавливались дней 15–20. Однако на пятый — девятый дни в этой группе наметилась отчетливое различие:

павлины с количеством глазков более 155 быстрее возвращались к прежней частоте демонстрации шлейфа. Так что по общему количеству глазков можно оценить состояние иммунной системы самца и его и способность противостоять инфекционным заболеваниям. А подсчитать глазки самка сможет лишь тогда, когда павлин развернет хвост. Поэтому чем чаще он его демонстрирует, тем лучшее впечатление производит. Так разные стимулы усиливают друг друга.

Но едва исследователи достигли согласия по поводу роли количества глазков в репродуктивном успехе павлина, вышла работа японских ученых. Первый и самый активный ее автор — Мариико Такахаси, сотрудница Токийского университета («Animal Behaviour», 2008, 75, 1209–1219, doi: 10.1016/j.anbehav.2007.10.004). Самцы павлинов — пол не только сильный, но и прекрасный, неудивительно, что среди исследователей его шлейфа так много дам.

Японцы в течение семи лет наблюдали за популяцией свободно живущих павлинов в Кактусовом парке Изу. Они не резали никому перья, зато неоднократно фотографировали развернутые шлейфы самцов, учитывали их размеры, количество глазков и симметричность рисунка. Они также оценивали отношение самок к каждому из самцов по трехбалльной системе: самка проходит площадку, где токует самец, не останавливаясь; пассивно реагирует на демонстрации самца; сама стимулирует его к дальнейшим ухаживаниям, бегая вокруг него. В результате исследователи не обнаружили зависимости успеха самцов от длины шлейфа, количества глазков на нем или симметричности их расположения. Другие признаки, такие, как масса тела, длина клюва или плюмажа, тоже не влияли явным образом на репродуктивный успех. Ученые подметили лишь одно различие. Ритуал ухаживания включает элемент дрожания: самец стоит рядом с самкой и мелко трясет развернутым шлейфом. Успешные самцы чаще продлевают эту демонстрацию, и длится она дольше. Однако ритуал ухаживания не с дрожания начинается, поэтому самка явно не на нем основывает свой первый выбор. Скорее, это могут быть звуки, которыми самец привлекает паву на площадку. Мариико Такахаси с коллегами даже начали исследовать павлиньи песни. Они проанализировали 13420 записей и идентифицировали семь разных типов криков, производимых исключительно самцами, в том числе три сигнала, особенно важных для спаривания. Самцы издают их только во время брачного сезона, и эти крики сочетаются с ритуалом ухаживания («Journal of Ethology», 2008, 26, 375–381,



РАССЛЕДОВАНИЕ

doi: 10.1007/s10164-007-0078-4). Что же касается шлейфа, то он, по мнению японских исследователей, лишь запускает половое поведение самок, поэтому без его демонстрации ухаживание не обходится. Но параметры шлейфа на выбор павы не влияют. Вот так.

Ничего удивительного в этом нет. Формирование шлейфа павлина в ходе эволюции давно закончилось. Настало время стабилизирующего отбора, который поддерживает средние значения признака, отсекая крайности. В популяции не должно быть особей, резко выделяющихся длиной или узорчатостью кроющих перьев, и самки выбирают норму, а не отклонения от нее.

Примирить конфликтующие стороны постаралась канадская исследовательница Рослин Дакин, в то время аспирантка Королевского университета в Кингстоне («Animal Behaviour», 2011, 82, 21–28, doi: 10.1016/j.anbehav.2011.03.016). Она повторила опыты Марион Петри по удалению глазков и подтвердила, что на счету павлинов с отрезанными перьями меньше попыток спаривания и успешных копуляций. Кроме того, такие самцы реже демонстрируют свой шлейф. Рослин Дакин также наблюдала за свободно живущими популяциями павлинов в парках Канады и США. Она выяснила, что в этих популяциях изменчивость по признаку «количество глазков у взрослых самцов» минимальна, если есть вообще. По данным исследовательницы, оно варьирует от 165 до 170. В среднем у взрослых павлинов вырастает 139 перьев с большими глазками и 30 с малыми. Их количество, по крайней мере в изученных популяциях, не зависит от длины шлейфа, а также размеров и упитанности птицы. Во время брачного сезона самцы по разным причинам теряют перья, и это основной источник изменчивости, но обычно эти потери не влияют на успех спаривания павлинов.

Почему тогда на него повлияло удаление перьев? Наверное, дело в том, что в подобных экспериментах обычно удаляют глазки, наиболее заметные в раскрытом шлейфе, и он выглядит «жидким». Возможно, самка полагает, что павлин лишился перьев в схватке с хищником, из-за физического стресса или иных причин или не достиг еще по-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ловой зрелости. Взрослеющие самцы иногда выращивают чахлый, асимметричный шлейф, в котором от 5 до 40 глазчатых перьев.

А почему же в опытах Аделин Луайо самцы с меньшим количеством перьев имели более слабую иммунную систему? Возможно, потому, что перья они потеряли в результате физического стресса. В естественных условиях уменьшение количества глазков происходит в основном из-за этого. Естественно, у стрессированных самцов иммунитет ослаблен.

Правильная точка зрения

Так что же, глазки на павлиньих перьях не важны? Оказывается, еще как важны! Только самки их не пересчитывают, а оценивают окраску.

Цвет оперения зависит от пигментов. Половых партнеров привлекают красные, апельсиновые и желтые цвета, образованные каротиноидами. Кстати, у павлина изумительная оранжевая подкладка крыльев, и он демонстрирует ее самкам во время ухаживания. Помимо пигментной окраски есть еще и структурная, ее определяют свойства поверхности пера, а поверхность эта разнокачественная и разноуровневая. Где-то она глянцевая, где-то матовая, солнечные лучи отражаются от нее или проходят насквозь. Бородки пера образуют сложный рельеф, отраженный от них свет интерферирует. Поверхность может отражать и поляризованный свет, благодаря чему перо переливается: его цвет меняется в зависимости от того, под каким углом на него падает свет и смотрит наблюдатель. Структурная окраска играет важную роль в образовании синего, зеленого и радужного цветов. Именно она обеспечивает оперению переливчатость и зеркальный блеск. Специалисты университета Сассекса предположили недавно, что для образования качественного отраженного спектра необходима регулярная структура поверхности пера и, возможно, способность птицы вырастить «правильные» перья также свидетельствует о ее здоровье («The Journal of Experimental Biology», 2002, 205, 2017—2027). Они собирались проверять эту гипотезу,

исследовать структуру птичьих перьев под электронным микроскопом, но пока не собрались.

Каждый глазок павлиньего пера имеет пурпурно-черный центр, окруженный двумя concentрическими зонами: сине-зеленой и бронзово-золотой. Их окраска обусловлена отражением света от наноструктур меланина и кератина, образующих бородки пера. Рослин Дакин и ее руководитель и постоянный соавтор профессор Роберт Монтгомери заметили, что самец во время ухаживания держится так, чтобы самка видела его распущенный шлейф, освещенный справа под углом 45°. Ученые исследовали 34 самца из трех свободно живущих популяций Канады и США и оценили их репродуктивный успех, а также изменения цвета глазков при освещении под разными углами («Behavioral Ecology», 2013, 24(5), 1048–1057. doi:10.1093/beheco/art045). Оказалось, что при освещении под углом 45° цвет бронзово-золотой области наиболее насыщен. Вообще же самки предпочитают самцов с мало переливающимися бронзово-золотыми областями, но сильно переливающимися сине-зелеными. Когда самец трясет перед самкой освещенными перьями, он демонстрирует ей цветовой шоу. В 2007 году Аделин Луайо и ее коллеги также отметили, что наибольший успех у самок имеют павлины с более яркой и переливающейся сине-зеленой областью глазка («Behavioral Ecology», 2007, 18, 1123–1131. doi:10.1093/beheco/art088). Влияние других зон глазчатого пятна они не проверяли.

Чтобы уточнить, насколько важно для мужской привлекательности сверкание сине-зеленой области, канадские исследователи не поленились залепить у нескольких случайно выбранных павлинов черно-пурпурный центр и сине-зеленый ободок на каждом глазчатом пятне непрозрачными клейкими бумажками, черными (пять павлинов) или белыми (четыре павлина). Контрольных птиц ловили и трогали, но бумажки не наклеивали. Наклейки оказались качественными и продержались весь брачный сезон, более двух месяцев. Самцы вели себя как обычно, но к павлинам с белыми метками почти перестали заглядывать самки. Соответственно и спариваться им не доводилось. К чернобумажным самцам павы заходили, но ухаживание не давалось. Впрочем, одному из самцов удалось довести дело до победного конца. Один раз. Очевидно, издали таких самцов можно принять за птиц с обычными перьями, но, зайдя на площадку, самки понимают свою ошибку и теряют интерес к ее владельцу. Исследователи признают, что наклейки выглядят неестественно, но они пока не придумали ничего лучше для изменения окраски глазка. Более того, они собираются

избирательно заклеивать другие зоны, чтобы выяснить их влияние на репродуктивный успех самцов.

Родственные чувства на токовище

В конце прошлого века Марион Петри обнаружила у павлинов еще один удивительный феномен, до сих пор не получивший объяснения. Иногда павлины токуют, собираясь группами. Расстояния от площадки до площадки составляет несколько метров, но все птицы на виду. Принято считать, что скопление павлинов привлекает больше самок, чем одинокий самец. Не все члены группы одинаково успешны: к одним самки благоволят, к другим нет. Причем пава старается спариться именно с тем самцом, которого наметила; если он занят, она скорее поопозже зайдет, чем променяет его на соседа. В такой ситуации аутсайдером нет резона присоединяться к группе, им лучше выбрать единственную площадку, где они не теряются на фоне конкурентов. Но они не уходят, ежедневно появляются в той же компании и в следующем году возвращаются на прежнее место. Исследователи работали в парке Уипснейд, в котором живет около 200 павлинов («Nature», 1999, 401, 155—157, doi:10.1038/43651). В парке несколько мест для токования, на каждом собирается около десятка самцов. Ученые проанализировали ДНК 21 павлина с четырех токовищ и выяснили, что самцы на одной площадке состоят в близком родстве: у них по крайней мере один общий родитель. То есть неудачники создают родичам выигрышный фон, привлекают к ним внимание и обеспечивают репродуктивный успех семейным генам. Непонятно, только, как молодые родственники находят друг друга, поскольку они не знают отца.

Исследователи вывезли из парка восемь взрослых самцов разной привлекательности и каждому из них позволили спариться с четырьмя самками на ферме в Норфолке. Яйца у самок сразу забрали, поместили, перемешали и отправили в инкубатор. Цыплят тоже поместили и растили в смешанных неродственных группах, а затем вернули в Уипснейд. Но когда птицы повзрослели и пришла им пора выбирать площадки для токования, они сгруппировались так, что в одной компании оказались ранее незнакомые друг с другом братья или полубратья. Такое совпадение нельзя объяснить тем, что родственники выбирают для своих танцев сходные места, поскольку пространство в парке довольно однородно. Очевидно, павлины предпочитают родственников. Но как они их различают, до сих пор загадка.



Старт императора



Владимир Аникин

НАНОФАНТАСТИКА

— Чарли! — крикнул дядюшка Баттер, пухленький румяный старичок. Мадул бросился влево, через пять шагов подпрыгнул, хлопнул правой рукой по стене и побежал в сторону кухонного блока. На все это из своего угла, с неизменными спицами в руках, с одобрением смотрела бабушка.

Регент Шеттерпадд брезгливо глядел в монитор:

— И это будущий император. Детина восемнадцати лет бегаёт, прыгает, стучит ладошками на барабанчиках.

Дядюшка Баттер выдумал такие игры в незапамятные времена. Проложил по Звездному Дворцу маршруты, которые предлагалось одолеть юному наследнику Великой Звездной Империи. Пробежать их надо было с прыжками, кувырками, прихлопами. Мадул с детства полюбил эту беготню и продолжал с увлечением играть в нее. Благо и дядюшка, и бабушка все еще потакали этим его шалостям.

Начальник охраны задумчиво спросил регента:

— Неужели он станет руководить империей? Как измельчала династия после его великого деда.

— Дед был большой человек, но самоуверенный. Все делал сам. У него не было начальника штаба и штурмана. Но он вечно возил с собой этого клоуна Баттера и жену. Сколько я ее помню, она вечно вяжет. И пасьянсы. В двадцать третьем веке! Попросила карты с изображением космических кораблей. Это современно! А ее муж построил боевой звездолет «Пожиратель Вселенной», который после его смерти стал на вечный прикол. Просто не запускается. Музей великого Мадула Первого.

Начальник охраны осторожно и с расстановкой повторил:

— Так он будет руководить империей?

— По возрасту должен. Но я думаю, — регент пристально посмотрел на собеседника, — как и его отец, он решит совершить новые завоевания и славно погибнет в бою. Отважный юноша. Мы нуждаемся в таких примерах для подражания.

— Мадул, подойди ко мне, — позвала внука бабушка. Она отложила клубок и сидела за пасьянсом. Красивые картонки с

космическими кораблями вместо семерок и королей лежали перед ней. — Посмотри.

— Ба, ты же знаешь, — занял внук, — я не люблю эту старческую ерунду.

— А мне бывает интересно, — беспечно откликнулась старушка. — Перекладываешь карты по заданным правилам. Вот крейсер выходит вперед. Эсминцы не прикрывают его с двух сторон, но уходят влево, открывая всю мощь правого борта. Истребители после залпа должны проскочить за двенадцать минут семнадцать секунд среднегалактического. Иначе их накроет вторым залпом.

Пораженный юноша замер, глядя на то, как мелькают сухонькие руки.

— Ба, откуда ты знаешь это?

— Ты прочитал ту книжку с картинками, которую я написала для тебя.

— Да, прочел и раскрасил. И перечитывал не раз. Ты показываешь битву у Оберойта, которую выиграл дед. Но истребители шли вот так.

— Правильно. Это Баттер улучшил позже. Внук, ты взрослый. Ты должен стать императором. Но власть узурпировал регент. Его интриги привели к тому, что твой отец погиб на Фаэтроне. Нам надо бежать. Я попросила разрешения сходить в музей твоего деда.

По пути удивленный Мадул спросил:

— Мы там будем готовить побег?

— Я думаю, все уже готово. — И бабушка строго посмотрела на сопровождавшего их дядюшку.

Как только они вошли внутрь гигантского звездолета, Мадул услышал крик «Альфа!». Он инстинктивно рванулся вправо. Через десять шагов пригнулся и с удивлением обнаружил, что пробежал под переборкой. Когда через пятнадцать шагов он хлопнул рукой по стене, то в этом месте оказалась панель, включившая освещение. В конце пути подпрыгнул, пересякая через порожек, и оказался в капитанской рубке. Заученная с детства бессмысленная фраза, которую он по привычке выкрикнул в конце, запустила множество дисплеев. Впервые со смерти Мадула Первого рубка ожила.

Бабушка, вбегая следом, скомандовала:

— К штурвалу.

Баттер приложил руки к панели управления. Начали прогреваться двигатели.

— Нас наверняка засекли с пирса! — в отчаянье воскликнул юноша. — У нас нет кодов управления.

Старушка, уютно расположившись в кресле рядом с капитанским, извлекла из своего вечного вязания спицы, оказавшиеся двумя ключами с характерными нарезками, которые она вставила в едва заметные гнезда подлокотника. Двигатели взревели.

— Сядь, — строго сказала бабушка. — Ты хорошо научился играть на тех барабанчиках, которые я подарила тебе?

Кнопки и их расположение напоминали что-то очень знакомое. Мадул сглотнул слюну и кивнул.

— Тогда играй «Венера на закате очень хороша».

Отбивая ладонями код, юный император понял, что дед всегда имел под рукой и начальника штаба, и штурмана. У бабушки присказка: «Война — дело семейное».

— Для запуска были нужны кодовая фраза, отпечатки пальцев, ключи и коды?

Жена и бабушка императоров кивнула:

— Потом перепрограммируешь, Мадул Второй. Главное, ты все вовремя выучил. Но впереди самое интересное — Большая война. Я как заново родилась!

К ужасу регента, самый мощный боевой корабль этого мира, «Пожиратель Вселенной», уходил в космос. Император стартовал!

Трижды настоящий герой

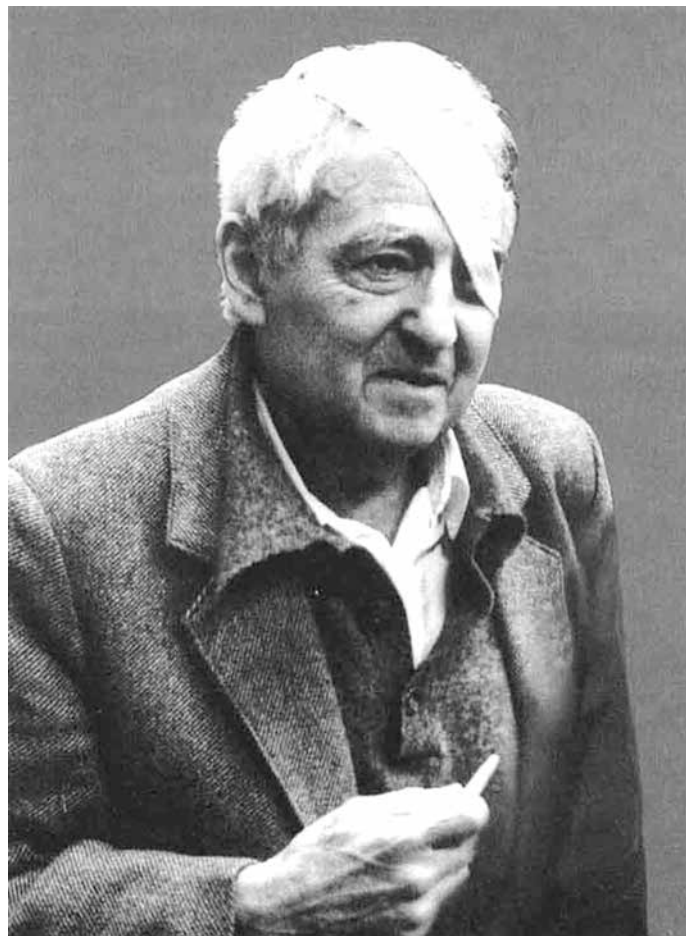
Каждый май страна празднует День Победы. Пышные торжества, речи, парады, салюты, и забываются ужасы войны, забываются люди, которым мы обязаны. Сегодня, 9 мая, в День Победы, я пишу этот текст, чтобы напомнить тем, кто забыл, и рассказать тем, кому не рассказали, о военных подвигах ученого-генетика, академика Иосифа Абрамовича Рапопорта.

Слова не вмещают того, что несет война, и нет средств, способных передать животный ужас человека, поднимающегося под пули, боль разрываемой плоти, запах смерти, усталость, жизнь на пределе. Можно пытаться представить себе — представить нельзя. Помните об этом, когда будете читать мой рассказ о Герое, это краткое описание его боевых подвигов и заслуг. И пытайтесь представить.

Когда началась война, ему было 29. Молодой, но уже состоявшийся ученый-генетик, кандидат наук Иосиф Рапопорт готовился к защите докторской диссертации 28 июня. Он не воспользовался бронью. Будто сказал себе: «Война мешает мне работать» — и ушел на фронт побеждать врага, и так спешил вернуться к своей науке, своей генетике, что не было силы, способной остановить его. Он воевал по-своему — так, как считал правильным, так, будто это — его личная война, так, что его трижды представляли к высшей награде. Но Золотой Звезды Героя Советского Союза он не получил, и это — чудовищная несправедливость, с которой ничего нельзя поделать. Можно только помнить и напоминать, и вот мое напоминание...

Первый раз Рапопорт был представлен к высшей награде за форсирование Днепра осенью 1943 года. Он возглавлял штаб полка, которому отвели участок для форсирования напротив добросовестно укрепленного немцами правобережья. Оценив перспективы, Рапопорт счел преступлением вести солдат на верную смерть и поступил по-своему: приказал провести рекогносцировку, нашел слабинку в обороне противника и добился от командования изменения участка форсирования. С минимальными потерями полк переправился через Днепр. Однако немцы сдаваться не собирались, завязался бой, и командир полка, не желая попасть в окружение, скрылся с ротой разведчиков, оставив свои батальоны. За такое полагался расстрел, и, когда опасность миновала, он появился в расположении войск и как ни в чем не бывало потребовал доложить обстановку. Рапопорт, который принял командование оставленными батальонами на себя, вышел перед строем и назвал командира полка трусом и подлецом. Это уже не военное — гражданское мужество: взять на себя ответственность, нарушить приказ, если этого требует успешное выполнение поставленной задачи и сохранение жизней солдат, принять командование, сказать старшему по званию: «Вы трус и подлец!» Трус и подлец, а также еще 31 участник операции по форсированию Днепра получили Золотые Звезды Героя, Рапопорт — нет: гражданское мужество было не в чести.

Второй раз Рапопорт был представлен к высшей награде в 1944 году за операцию под Балатоном. Здесь батальон под командованием Рапопорта творил настоящие чудеса и выбил



противника из трех населенных пунктов. Далее, как написано в представлении к награде, «не имея задачи овладеть переправой через канал Севаш, но учитывая, что последний соединяет озеро Балатон с Дунаем», Рапопорт «проявил разумную инициативу»: перебравшись на северный берег через заминированный мост, бойцы взяли штурмом городок Мозикамаром и удерживали его четверо суток, отражая непрерывающиеся атаки, а затем в ночном сражении захватили еще один населенный пункт и железнодорожную станцию. Десять дней и ночей шли бои, солдаты Рапопорта взяли и удерживали еще два населенных пункта. Из представления к награде: «Во всех перечисленных боях тов. Рапопорт, непрерывно находясь в боевых порядках, умело обеспечивал взаимодействие пехоты с приданными средствами, в критические моменты боев лично руководил приданной артиллерией, действовавшей по прямой наводке. 25.12.44 г., будучи тяжело ранен, не ушел с поля боя до отражения батальоном всех контратак. Личной храбростью, бесстрашием в борьбе с противником воодушевлял бойцов на выполнение боевых задач. Достоин высшей правительственной награды звания «Герой Советского Союза»».

Эта операция завершила окружение Будапешта. Она вошла в учебники по тактике ведения боя. Но Золотую Звезду Героя Рапопорту не дали — он нарушил приказ командования, проявил «разумную инициативу». К слову, о тяжелом ранении... Пуля попала в глаз и прошла навылет, задев мозг, после такого не живут, а он как будто не заметил — сначала окончил бой. А через месяц бежал из госпиталя и вернулся в свою 7-ю Гвардейскую воздушно-десантную дивизию.

Третий раз Рапопорт был представлен к высшей награде в 1945 году за выполнение задания по соединению советских войск с частями бронетанковой дивизии США в районе немецкого города Амштеттен. И здесь он снова проявил — цитата из представления к награде — «исключительно ценную инициа-



1941 год



1945 год



тиву». Рапопорт возглавлял передовой отряд, состоявший из стрелкового батальона и дивизиона самоходных пушек. Отряд прорвался через оборону противника и навязал немцам бой в тылу. Но силы были неравны, и Рапопорт пошел ва-банк. Он вышел навстречу немецким танкам, постучал по броне рукояткой пистолета и на хорошем немецком объяснил открывшему башенный люк танкисту, что за головным отрядом следуют советские войска, дальнейшее сопротивление бесполезно, и предложил сдаться. Удивительно, но это сработало — посоветовавшись, немцы стали сдаваться в плен. Когда колонна пленников двигалась по шоссе, налетевшие штурмовики стали ее обстреливать, приняв за скопление войск. Люди бежали, падали, прятались в придорожных рытвинах и воронках. На дорогу вышел Рапопорт и, стоя во весь свой невеликий рост, просигналлил: «Свои». Стрельба прекратилась, самолеты улетели. Передовой отряд 7-й Гвардейской воздушно-десантной дивизии под командованием Рапопорта прошел сквозь 100-тысячную группировку войск противника, захватив при этом три города и несколько сел, взяв несколько тысяч пленников и немислимое количество военной техники и военного имущества, и 8 мая соединился с американскими войсками. На этом месте стоитobelisk с надписью: «Здесь окончилась война». Американцы наградили Иосифа Рапопорта орденом Почетного легиона (Legion of Merit). Командование представило гвардии майора Рапопорта к высшей государственной награде, но и на этот раз представление отклонили: уже после окончания боевых действий он задержал адъютанта командира корпуса резерва верховного главнокомандующего и составил на него рапорт в прокуратуру: пьяный адъютант на «опеле» сбил молодого лейтенанта из недавнего пополнения. Адъютанта избили и заперли. Командир корпуса же представил дело так, будто Рапопорт сорвал выполнение важного задания, арестовав адъютанта. К слову, адъютант вез спиртное: что может быть важнее? Против Рапопорта возбудили уголовное дело, которое, впрочем, замяли, но высшей государственной награды он не получил и на этот раз.

Закончилась война. От младшего лейтенанта до гвардии майора, грудь в наградах — два ордена Красного Знамени, орден Суворова, два ордена Отечественной войны... И ни одной высшей награды. Уже в наши дни начальник управления по увековечению памяти погибших при обороне Отечества Министерства обороны генерал-майор Александр Кириллин сказал в беседе корреспонденту одной из газет: «Я не раз читал представления к званию Героя Советского Союза. У многих

одного эпизода хватало, чтобы это звание присвоить... У Рапопорта таких эпизодов пять... У меня волосы дыбом вставали, когда я читал документы на этого человека. Что он творил!»

В постсоветское время группа академиков обращалась в Министерство обороны с просьбой восстановить справедливость и присвоить Иосифу Рапопорту, которого, увы, уже не было в живых, звание Героя. Но просьбу не удовлетворили — на все представления награды получены, а то, что они не высшие, не имеет значения. Сам же Рапопорт никогда не сетовал, не придавал этому значения: не за награды воевал, он делал дело. Как всегда добросовестно и с полной отдачей. Он пять раз был ранен и, даже вынужденно оказавшись в тылу, не тратил времени зря: получил второе высшее образование — окончил ускоренный курс Высшей военной академии Фрунзе, защитил в МГУ уже написанную докторскую диссертацию «Феногенетический анализ независимой и зависимой дифференцировки» и, не дождавшись решения ВАКа, вернулся на фронт.

А после войны была другая война — с мракобесием, с лысенковщиной, и снова Рапопорт шел впереди и вел за собой. Его уволили из Института цитологии, гистологии и эмбриологии, где он продолжил свои исследования после войны, отлучили от науки, запретив заниматься генетикой, изъяли и уничтожили тираж тома трудов института, где он работал, с текстом докторской диссертации, исключили из партии... Но он стоял на своем и в итоге победил. Он доказал свою правоту, вернулся в науку. В 1962 году Нобелевский комитет выдвинул кандидатуру Иосифа Рапопорта на присуждение премии за открытие химического мутагенеза. Для этого ему нужно было снова стать членом КПСС, но вступать в партию он отказался. В результате Отдел науки ЦК партии ответил на запрос Нобелевского комитета, что присвоение Нобелевской премии Иосифу Рапопорту преждевременно. Он совершил еще целый ряд научных открытий, за что получил два ордена Трудового Красного Знамени, звание Героя Социалистического Труда, Ленинскую премию, которую раздал сотрудникам своей лаборатории. Но это уже другая история. А сегодня, 9 мая, в день Победы, я пишу, чтобы напомнить тем, кто забыл, и рассказать тем, кому не рассказали, о военных подвигах Иосифа Рапопорта — трижды настоящего Героя Советского Союза.

Поиск продолжается

В.И.Тумаркин



«ОБД «Мемориал» — это что?.. А-а, я там был, нашел своего деда!» Удивительный эффект эпохи Интернета: сами не помним, как называется то, чем мы пользуемся. А если и помним, то не знаем, как оно создавалось и как работает. К годовщине начала Великой Отечественной войны мы предлагаем читателям рассказ о банке данных, где в свободном доступе находятся сведения о погибших и пропавших без вести воинах (<http://www.obd-memorial.ru>).

Через год мы будем отмечать 70-летие Победы. Но по сей день неизвестны судьбы сотен тысяч бойцов, погибших и пропавших без вести. Военные архивы завалены письмами: родственники уже в третьем и четвертом поколении пытаются найти места захоронения своих дедов и прадедов. Казалось бы, в век всеобщей автоматизации нетрудно объединить все документы, составить точные списки, все разложить по полочкам. Не тут-то было.

Начало

Первая попытка создать электронную базу данных по потерям Красной армии в Великой Отечественной войне была сделана в 1980-х годах на базе Всесоюзного научно-исследовательского института документоведения и архивного дела (ВНИИДАД). Основой для нее стали картотеки безвозвратных потерь Центрального архива Министерства обороны РФ (ЦАМО). Эти картотеки созданы в архиве на основании хранящихся там именных донесений о безвозвратных потерях, которые составляли воинские части. Данные в карточки вносились с донесений, причем на одного человека из разных донесений могло быть заведено несколько карточек с несовпадающей информацией — в соответствии с тем, что указано в документах. Если появлялась новая информация о человеке, сотрудники архива делали в карточках дополнительные записи. Когда создавалась база данных, ее поля заполняли с карточки очень подробно, но верификация велась выборочно. Это и понятно: проверка 17—18 миллионов записей — процесс длительный и дорогостоящий. Электронная картотека

не стала общедоступной, и в Интернет она не попала. Более того, во времена всеобщей приватизации была приватизирована и она. В 2006 году, когда началась работа над ОБД «Мемориал», в Музее на Поклонной горе любой желающий мог проверить наличие записи на человека по небольшому набору полей, но чтобы получить полную информацию из карточки, приходилось обращаться в отдельную организацию, и это обращение было не бесплатным.

Второй попыткой создания перечня погибших и пропавших воинов можно назвать Всесоюзную Книгу Памяти, решение о ее подготовке было принято в 1988 году. Во всех регионах страны организовали редакции, которые централизованно получали информацию из базы данных ВНИИДАД, а также собирали сведения из всех других источников

— военкоматов, региональных архивов и музеев, от родственников погибших и пропавших воинов. Работа по созданию Книги Памяти была приурочена к 50-летию Победы, но продолжается и по сей день. Хотя надо признать, к сожалению, что в ряде регионов редакции прекратили существование из-за неимения средств. Там же, где работа продолжается, идет выверка и уточнение данных, в первую очередь — с помощью электронного банка ОБД «Мемориал» и новых сведений, появляющихся благодаря работе поисковых отрядов. Создаются региональные электронные базы данных. В первых изданиях Книги Памяти хватало пробелов и неточностей, однако следует признать, что работа была проделана колоссальная и благодаря этим книгам многие люди смогли узнать о судьбе своих близких.



Елена Клещенко, «Химия и жизнь»: Мы узнали про «ОБД «Мемориал» два года назад. Отец моего свекра пропал без вести, семья уже и не пыталась искать следы — не мы одни такие. Потом подросла правнучка, начались «уроки мужества», мы увидели в Сети ссылку на сайт, решили попробовать — и через двадцать минут получили лагерную карточку дочкиного прадеда. Попал в плен в июле 1942 года, умер в ноябре или декабре того же года в концлагере под городом Лукенвальде недалеко от Берлина. Дата смерти указана с точностью до месяца — в лагере, как пишут историки, была эпидемия тифа. Мне удалось побывать в Лукенвальде. Теперь там мемориал, горожане приносят цветы к обелискам. Кстати, место рождения в карточке военнопленного было указано с ошибкой — название деревни Еланы немецкий писарь явно осилил с трудом, а оттуда ошибка перешла и в русский. Но при самостоятельном поиске это действительно не было проблемой.

ИМЕННОЙ СПИСОК

Форма № 2

Безвозвратных потерь начальствующего и рядового состава полков Ленинградского фронта 1944 г.

№ п/п	Фамилия, имя и отчество	Военное звание	Должность и специальность	Партизанство	Место и год рождения	Катег. ГВК и дата ос. службы	Коды и на какой службе был	Где захоронен	Имя, отчество и фамилия, адрес семьи или родственников
26	Брицкий Михаил Александрович	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	Великопольская обл. г. Кадзін, 1916 г.	Кадзін, 0-181	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Брицкий, р. 1914 г. в г. Кадзін, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
27	Виноградов Борис Владимирович	Кавалерист	Взводный 1931 г.	Н/п	г. Ленинград, 1911 г.	Сургутин Р.В.С.	Убит в плен 22-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Екатерина Александровна Виноградов, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
28	Козловский Валерий Григорьевич	Зам. командира	Командир взвода 1935 г.	Н/п	Великопольская обл. г. Кадзін, 1915 г.	Кадзін, 0-181	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Козловский, р. 1914 г. в г. Кадзін, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
29	Коробков Павел Константинович	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	г. Ленинград, 1916 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Коробков, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
30	Косов Павел Павлович	Кавалерист	Взводный 1931 г.	Н/п	г. Ленинград, 1911 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Косов, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
31	Аксенов Борис Николаевич	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	г. Ленинград, 1916 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Аксенов, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
32	Николаев Борис Александрович	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	г. Ленинград, 1916 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Николаев, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
33	Котлов Павел Павлович	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	г. Ленинград, 1916 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Котлов, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10
34	Видарев Александр Александрович	Кавалерист	Взводный 1936 г.	Н/п	г. Ленинград, 1916 г.	Кадзін	Убит в плен 23-9-41	г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10	Жена: Мария Ивановна Видарев, р. 1914 г. в г. Ленинград, ул. Мухоморова, д. 10, кв. 10



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

нослужащий жил на неоккупированной территории, он считался пропавшим без вести через три месяца после последнего известия, а если на оккупированной — через три месяца после освобождения его места жительства. Вот и получалось, что человек мог пропасть в 1941 году, а в официальном извещении указывали 1944 год. Похоронные извещения, выпущенные воинскими частями и медицинскими учреждениями, попадали в архив только в трех случаях: либо присланные повторно, либо за невозможностью вручить адресату, либо дезавуированные сведениями о том, что военнослужащий оказался жив. Паспорта захоронений по приказу Министерства обороны в 1991 году составляли на местах, как в СССР, так и в странах соцлагеря. Но после распада СССР большинство бывших республик не прислало свои уже составленные паспорта, и они в ОБД «Мемориал» не попали. Часть из них удалось получить позднее, других нет по сей день. Документы о военнопленных разбросаны по архивам и музеям всего мира, не существует их компактного массива, собранного в одном месте.

ОБД «Мемориал» включает документы не только ЦАМО. Обработаны массивы документов Центрального военно-морского музея МО РФ (ЦВМА), Российского государственного военного архива (РГВА), Государственного архива РФ (ГАРФ) и некоторых его региональных отделений, ВМЦ ВС РФ, началась обработка похоронных извещений, хранящихся в военкоматах.

Первоначальными массивами для наполнения ОБД «Мемориал» были выбраны фонды безвозвратных потерь ЦАМО и паспорта воинских захоронений из ВМЦ ВС РФ. Небольшая часть их была обнародована в начале 2007 года и сразу привлекла всеобщее внимание. А полная обработка этих массивов к концу 2007 года и создание банка данных, включающего 20 миллионов записей на персоналии и изображения документов, из которых извлечена информация для записей, дало поразительные результаты. Можно назвать три причины, предопределившие успех:

- возможность просмотра архивной информации из любой точки планеты;
- дополнение информации о первич-

И наконец, с 2006 года начались работы по созданию ОБД «Мемориал». Обобщенный компьютерный банк данных, содержащий информацию о защитниках Отечества, погибших и пропавших без вести в годы Великой Отечественной войны и послевоенный период, создан Министерством обороны РФ. Инициатором и координатором работ стал Военно-мемориальный центр (ВМЦ) ВС РФ, ныне — Управление Министерства обороны РФ по увековечению памяти погибших при защите Отечества. Техническим исполнителем была выбрана корпорация «ЭЛАР», накопившая к тому времени большой опыт по переводу бумажной информации в электронный вид и обладающая собственными парком оборудования и технологиями обработки.

Свободный доступ в военные архивы

ОБД «Мемориал» с самого начала был задуман как общедоступный бесплатный банк данных, ориентированный на население. При этом пользователь получил возможность видеть не только записи базы данных, но и электронные изображения самих документов, на основании которых составлены записи. В отличие от базы ВНИИДАД, в данном случае Министерство обороны принципиально решило обрабатывать не картотеку, а первичные документы о потерях, хранящиеся в архивах. Таким образом, в случае несовпадения информации в базе данных пользователь мог проанализировать документ и понять, связано ли несовпадение с ошибкой переноса информации, или так указано в самом документе. Напомню, что при обработке картотек ЦАМО использовали двойной перенос информации — с документа в карточку и с карточки в базу данных, что увеличивало вероятность

ошибки, и к тому же в дальнейшем не было возможности оперативно проверить правильность переноса.

Стоит перечислить виды архивных документов, загруженных в ОБД «Мемориал» на сегодня:

- именные донесения воинских частей о безвозвратных потерях;
- книги учета умерших и погребальных некие книги госпиталей и медсанбатов;
- приказы об исключении офицеров из списков личного состава;
- решения о судьбе военнослужащих, принятые на основании так называемых подворных опросов, проводившихся после окончания войны (райвоенкоматы собирали с жителей своей территории анкеты-запросы на не вернувшихся с войны, судьба которых была неизвестна, с информацией о последнем контакте);
- похоронные извещения;
- современные паспорта воинских захоронений со списками захороненных;
- документы о советских военнопленных.

Речь, разумеется, не идет о том, что загружены все документы каждого из указанных видов. Загружено то, что хранится в массивах, попавших в обработку.

Некоторые документы требуют пояснений. Так, нельзя считать достоверной дату пропажи без вести в документах подворных опросов. Информацию, собранную военкоматами, отправляли в Главное управление кадров РККА, где данные о службе в армии проверяли и выносили решение по каждой персоналии. Решения отсылали назад в военкоматы, и на их основании военкоматы выписывали извещения. Однако даты пропажи без вести, указанные в этих решениях, расходятся с действительностью. Практика была такая: если воен-

ном захоронении из военных донесений о потерях сведениями из современных списков захороненных (это важно, так как после войны делались многочисленными перезахоронения);

— совмещение информации из различных источников.

Расскажем подробнее о каждой причине.

Возможность самостоятельного поиска в архивных документах переоценить трудно. Для большинства людей до этого момента единственным способом получения информации были письма-запросы в архивы. Несмотря на все усилия немногочисленных архивных работников, заваленных огромным количеством запросов, ждать ответа приходилось долго, и зачастую после ответа появлялись новые вопросы, стало быть, снова приходилось обращаться в архив. А кроме того, пользователи получили возможность расширенного поиска с указанием различных вариантов запроса, в том числе с учетом возможных ошибок в документах. И это дало результаты!

Информация о перезахоронениях на современные мемориальные кладбища тоже очень важна. Не раз бывало, что люди, выяснив первичное место захоронения своих близких (например, из донесения о потерях или похоронного извещения), приезжали на могилу и не находили ее. Чтобы избежать таких ошибок, нужно сверяться с обнаруженными современными списками захороненных, отсутствующими в архиве, — из этих списков многие узнали о конкретном месте захоронения.

Что же до совмещения информации, то здесь надо отметить две ситуации. Во-первых, в списках к паспортам захороненных оказались воины, отмеченные в донесениях о потерях как пропавшие без вести. Характерный пример: в донесении 301-й стрелковой дивизии от 16 мая 1945 года говорится о пропаже без вести 15 и 16 апреля 25 бойцов при прорыве немецкой обороны в районе города Гольцов. А в списке захороненных в населенном пункте Маншнов (земля Бранденбург, округ Франкфурт-на-Одере, район Зеелов, ул. Фриденштрассе, 42) эти же 25 человек указаны практически в том же порядке, лишь некоторые фамилии слегка искажены. Одна часть потеряла их в наступлении, другая подобрала и похоронила, но по всем военкоматам призыва бойцы проходили как пропавшие без вести в соответствии с донесением о потерях. На протяжении десятков лет! А во-вторых, среди документов фонда безвозвратных потерь оказались трофейные карточки советских военнопленных. И прояснилась судьба многих бойцов, про которых в донесении о потерях указывали «пропал без вести».

Список захороненных на братской могиле на горе Бельминная (63 чел.)

№ п/п	Воинское звание	Фамилия, имя, отчество	Год рож.	Дата гибели	Место захоронения	Особые замечания
1.	Кр.армеец	АМОРДСАКОВ		16.02.43		
2.	Рядовой	АМПЛЕЕВ Михаил Васильевич		07.05.43		
3.	Кр.армеец	БАРАМЫХИН Александр Никитович		09.02.43	бр.мог.Сахар.головы	
4.	Рядовой	БАТРАКОВ Иван Александрович	1926	00.04.43		
5.	Рядовой	БАЧУРИН Александр Д.	1905	26.09.43		
6.	Ст.сержант	Б.ШИАДЗЕ Александр Амбакович		05.03.43	бр.мог.Сахар.головы	
7.	Кр.армеец	БОРИСОВСКИЙ Михаил Тихонович	1913	28.02.43	бр.мог.Бельминная	
8.	Кр.армеец	БОРТМАН Бенцион Лейбович	1903	05.03.43		
9.	Кр.армеец	БУРНАС Павел Карлович	1925	07.03.43		
10.	Кр.армеец	ВАСИЛЬЕВ Сергей Федорович	1912	28.08.43		
11.	Кр.армеец	ВАСИЛЬЧЕНКО Александр Гаврилыч	1909	00.09.43	бр.мог.Сахар.головы	
12.	Кр.армеец	ВОЛГУШЕВ Алексей Никитович		28.02.43	бр.мог.Бельминная	
13.	Рядовой	ГУМОВ Камбот Н.		08.05.43		
14.	Рядовой	ГУРЬЯНОВ Александр Григорьевич	1909	08.05.43		
15.	Кр.армеец	ГУСЕЙНОВ Амиргаджи Гусейнович	1923	05.03.43		
16.		ДАЛЫБОЖКО Федор Павлович		17.04.43		
17.	Кр.армеец	ДЕМОЧКИН Михаил Иванович	1925	02.02.43		
18.		ЖЕЛЕЗНЯК Павел Данилович	1903	02.07.43		
19.	Кр.армеец	ЖЕРЕБЦОВ Василий Дмитриевич		17.04.43		
20.	Кр.армеец	ЖИЛЬЦОВ Александр Яковлевич	1906	04.02.43		
21.	Лейтенант	ЗАЙЧЕНКО Василий Пантелеевич	1910	08.05.43		
22.		ИВЛЕВ Иван Сергеевич	1900	02.02.43		
23.	Кр.армеец	КАРПОВ Александр Петрович	1925	27.02.43	бр.мог.Сахар.головы	
24.	Ст-ня 1 ст.	КИРИЛЕНКО Иван Афанасьевич	1903	23.04.43		
25.	Рядовой	КИСЕЛЕВ Дмитрий Федорович	1918	21.03.43		
26.	Лейтенант	КОГАН Павел Давидович	1918	23.09.42		
27.	Сержант	КОЧАТКОВ Александр Сергеевич		15.03.43		
28.	Лейтенант	КОШАКОВ Григорий Евдокимович	1916	24.02.43		
29.	Кр.армеец	КУРБАНОВ Салим Али Агим		04.04.43		
30.	Рядовой	КУРЬЯНОВ Николай Павлович	1916	16.04.43		
31.	Рядовой	КУЧЕРЕНКО Дмитрий Семенович	1909	05.05.43		
32.	Рядовой	ЛЯЩЕНКО Петр Иванович	1914	05.05.43		
33.	-	МАКСИМЕНКО Леонид Иванович		22.04.43		
34.	Кр.армеец	МАЛАГОМЕДОВ Батыр Алиевич	1923	05.03.43		
35.	Кр.армеец	МАЛОВ Петр Иванович	1922	16.02.43		
36.	-	МАМОТ Андрей Н.		10.04.43		
37.	Рядовой	МАНУКЯН Мартiros Петросович		01.03.43		
38.	Рядовой	МАРТЫНЮК Павел Кондратьевич	1922	28.02.43		
39.	Мл.лейт-т	МОЗГОВОЙ Федор Михайлович	1918	16.09.42		
40.	Кр.армеец	НИКИТИН Антон Петрович	1922	28.06.43		
41.	рядовой	ОВЧАРОВ Гаврил Семенович		05.05.43		
42.	Рядовой	ПАДАЛКО Павел Моисеевич	1925	19.06.43		
43.	Кр.армеец	ПАРШИН Иван Яковлевич	1904	00.09.43		
44.	Кр.армеец	ПЕРЕВЕРЗЕВ Василий Андреевич	1922	23.02.43		
45.	Мл.лейт-т	ПОЛУЛЯХ Владимир Кузьмич	1924	29.06.43		
46.	Лейтенант	ПОТАХОВ Магомед Омарович	1922	23.09.42		
47.	Рядовой	ПОТЮКОВ Мурат Гарунович		08.05.43		
48.	Рядовой	РАЩЕПКИН Иван Иванович	1919	29.09.42		
49.	Рядовой	РОЖОВСКИЙ Игнат Павлович	1897	27.03.43		
50.	Мл.сержант	СЕРЕДКИН Александр Васильевич	1918	01.02.43		

Тридцать три миллиона записей

Обработка 20 миллионов записей в течение года (таково было указание Министерства обороны) потребовала от исполнителя серьезных организационных и технологических решений. Были созданы несколько цехов сканирования и несколько цехов индексирования информации с отсканированных образов. Документы сканировали как на территории архива, так и в стенах корпорации (причем приходилось расширять и заново шить архивные дела, а в некоторых случаях и реставрировать). Индексирование проводили в нескольких городах России. В дальнейшем была разработана технология привлечения к индексированию и надомников. При этом большое внимание уделяли вери-

фикации данных: технология включала несколько этапов проверки, как автоматической, так и ручной. Понятно, что при обработке в короткие сроки огромных объемов информации избежать ошибок невозможно, но было сделано все, чтобы свести их количество к минимуму.

Надо также добавить, что выставление на общее обозрение образов документов позволило индексировать не всю информацию по человеку из документа, а только самую важную для идентификации при поиске. Остальное можно увидеть на самом документе. Конечно, чем больше полей будет заполнено, тем точнее поиск, но первая же пробная обработка двух дел показала, что если индексировать документы полностью, то и сроки обработки, и цена — и без того немаленькая — существенно вырастут. В результате пришлось выбирать, и в



Форма № 4
10

ИЗВЕЩЕНИЕ
Положение к

№ 32534

с.ч.н. М. Рейманс *1178 е.н.
муж, отец, сын, брат, должность, наименование части, воинское звание

Мичманский Михаил Валентинович
фамилия, имя, отчество

уроженец 2. Харьков Харьковская Ул. дом №3
село, деревня, район, город, область

в бою за социалистическую Родину, верный воинской присяге, проявив
геройство и мужество, был убит 19 Января 1943 г.
время гибели

похоронен: с. Таромбачево Белогорского Р-на
точный адрес места
Ворошиловградской обл.
погребения

Настоящее извещение является документом для возбуждения ходатайства о пенсии (приказ НКО СССР № 220. 1941)

Командир части
Мадор

М. П.

Военный комиссар
И. Хитинский

Начальник штаба

КАРТОЧКУ
№ 194 г.
Имя
Фамилия

ЦТ НКО. 4211-42

задании, сформулированном Министерством обороны исполнителю, фигурировал компромиссный набор полей индексирования.

Обработка дел ЦАМО привела к дополнительной нагрузке на сотрудников архива, которым пришлось в достаточно напряженном режиме заниматься подбором, выдачей а затем приемкой и сверкой дел. Роль архивистов в успехе этого проекта чрезвычайно велика.

Банк данных пополнялся периодически в процессе обработки, и по откликам было видно, с каким нетерпением люди ждут очередного обновления.

Итак, к концу 2007 года в ОБД «Мемориал» были загружены документы о потерях ЦАМО, включая карточки военнопленных, дела медсанбатов и госпиталей, результаты подворных опросов, а также весь массив паспортов воинских захоронений, имевшийся на тот момент в ВМЦ ВС РФ. В последующие годы наложение банка продолжилось: добавили массивы потерь по Военно-морскому флоту из ЦВМА, по войскам НКВД из РГВА, информацию о военнопленных из РГВА, ГАРФ и некоторых его региональных отделений, приказы об исключении офицеров из списков личного состава из фонда ЦАМО. Были загружены новые поступившие в Министерство обороны паспорта захоронений, отдельные дела с информацией о потерях из фондов отдельных частей ЦАМО, не попавшей в фонд безвозвратных потерь (по подсказке пользователей, предоставивших архивные реквизиты этих дел). Нача-

лась загрузка данных из зарубежных источников, в частности документов с паспортами захоронений и протоколами эксгумации, поступившими в Министерство обороны из Польского Красного Креста. В качестве дополнительного массива обрабатываются хранящиеся в ЦАМО документы военно-пересыльных пунктов, которые напрямую к потерям не относятся, но позволяют отыскать следы военнослужащих, про которых не известно ничего вплоть до части, в которую они были направлены.

Сейчас ОБД «Мемориал» содержит более 33 миллиона записей из архивных источников. Необходимо еще раз оговориться, что это именно количество записей, а не количество людей, так как на одного человека приходится столько записей, сколько раз он упоминается в документах. А поскольку информация в документах разной полноты, и к тому же они могут противоречить друг другу, зачастую бывает крайне трудно или даже невозможно разобраться — об одном ли человеке идет речь или о разных.

Также в ОБД загружены более 1000 томов печатных Книг Памяти — ведь есть воины, информация по которым имеется только в них.

Как правильно искать

Отклики пошли сразу же. Разработчики сайта получали столько писем, что просто не успевали отвечать. Это были и благодарности за найденную информацию, и сообщения об ошибках в документах — и просьбы, просьбы о помощи в поиске. Не-

возможно без эмоций читать такие письма: «Мы более 60 лет не могли найти информацию о нем, а на сайте нашли за 20 минут», «Дочь погибшего бойца впервые увидела фото отца на карточке военнопленного»...

В некоторых письмах сообщалось, что информацию нашли, несмотря на искажения в фамилии или неверное отчество в документе. И это в очередной раз подтвердило, что предоставление пользователю возможности самостоятельного поиска было правильным решением. Ведь в документах множество ошибок, связанных и с неграмотностью писарей, и с записью на слух, и с трудностью правильного переноса информации из-за тяжелых почерков. А чтобы увеличить вероятность успеха, надо правильно искать информацию в базе данных. На сайте имеются подсказки, как лучше это делать, но многие ли их читают? Нередко люди стараются ввести в запрос все, что знают, но всех этих данных может и не быть в документе. Не говоря о возможных ошибках — в документах часто отсутствует информация и о месте рождения, и о месте призыва, и год рождения и даже отчество. Имена и отчества могут быть записаны сокращенно или просто инициалами. Поэтому начинать поиск лучше с минимума информации в запросе, а уже потом, на следующих шагах, расширять запрос. В режиме расширенного поиска можно искать и по началу значения поля (это как раз удобно для поиска инициалов), и по отдельным словам в значении. При неудаче следует подумать, как может быть искажена информация в документе — например, часто встречается ошибка в безударной гласной, в рукописном документе порой не отличишь букву «Г» от «Ч», сочетание «лю» от «мо» и т. д. Практика подтверждает, что при вдумчивом подходе многие находят то, что ищут, несмотря на искажения в документе.

Ни один поисковый отряд уже не обходится в своей работе без ОБД «Мемориал». Мало того что по обрывочным сведениям удается идентифицировать человека и понять, откуда начинать поиск родственников, не раз случалось, что, обнаружив захоронение и идентифицировав одного-двух захороненных, по найденному донесению о потерях удавалось идентифицировать и остальных.



Карточка военнопленного. Вместо фото мог быть отпечаток пальца

Необходимо отметить, что ОБД «Мемориал» — банк официальных архивных документов. В архивные документы исправления не вводятся. Поэтому встал вопрос: как быть с уточнениями, дополнениями, вновь открытыми данными? Вводить их в основной раздел сайта нельзя, иначе невозможно будет понять, откуда что взялось, и проверить достоверность информации станет совсем невозможно (разработчики сайта не единожды получали в письмах противоречащие друг другу исправления к одним и тем же записям).

Выход был найден. К основному корпусу добавили блок «Дополнительная информация», и каждый пользователь теперь может ввести в этот блок уточнения, добавления, фотографии, ссылки на документы в Интернете к любой записи о человеке, имеющейся в ОБД «Мемориал». После модерации, которую выполняют поисковики-энтузиасты, информация становится общедоступной. Таким образом, имеются официальные источники и дополнения, причем одно отделено от другого.

К неожиданным следствиям появления ОБД «Мемориал», пожалуй, надо отнести возросшую нагрузку на ЦАМО. Предположение, что возможность самостоятельного поиска уменьшит поток писем в архив, не подтвердилось. Наоборот, писем стало гораздо больше. Пользователи просят предоставить официальную справку на основании хранящихся документов (ОБД «Мемориал» лишь информационный ресурс, и распечатка документа из него не заменяет официальный документ), уточнить имеющиеся данные, например указать место захоронения бойца, который по

документам числится пропавшим без вести.

Вот немного статистики. За семь лет существования сайта зарегистрировано более 33 миллиона посещений, которые совершили более 12 миллионов различных посетителей со всего мира. Больше всего, разумеется, посещений из России — 25 миллионов, 4 миллиона с Украины, 1 миллион из Беларуси, 750 тысяч из Казахстана, 350 тысяч из Германии, 250 тысяч из Израиля, 200 тысяч из США. Более 100 тысяч раз заходили на сайт пользователи из Латвии, Эстонии, Молдовы. И сегодня ежедневно на сайт заходят 10—15 тысяч человек. А ближе к 9 мая количество посещений возрастает на порядок.

«Когда вы найдете всех?»

По сей день одних имен на сайте нет, а про другие значится «пропал без вести», однако работа продолжается. Началась загрузка похоронных извещений, которые сохранились в военкоматах. Сложность здесь в том, что места хранения документов разбросаны по всей стране, часть извещений, увы, пропала. Поэтому просто необходимо собрать то, что еще осталось. Министерство обороны ведет работу по формированию новых паспортов захоронений, которые ежегодно загружаются в ОБД «Мемориал». Специальные представительства Минобороны занимаются уточнением списков захороненных в зарубежных странах. Предпринимаются попытки получить документы из зарубежных архивов и музеев. С каждым новым документом в ОБД «Мемориал» появляются новые имена, новая информация о местах захоронения погибших бойцов.

Однако надо отдавать себе отчет, что найти информацию обо всех нам не удастся никогда. И дело не только в многочисленных записях медсанбатов «доставлен трупом без документов» или записях в донесениях о потерях «оставлен на поле боя» — есть и другие причины. Во-первых, донесения о потерях поступали не от всех частей. Понятно, что в 1941—1942 годах часто не было физической возможности составить и отправить эти донесения. Не случайно 12 апреля 1942 года Наркомат обороны выпустил «Приказ о персональном учете безвозвратных потерь на фронтах», в котором говорилось: «Учет личного состава, в особенности учет потерь, ведется в действующей армии совершенно неудовлетворительно. <...> На персональном учете состоит в настоящее время не более одной трети действительного числа убитых. Данные персонального учета пропавших без вести и попавших в плен еще более далеки от истины». Но и ближе к концу войны далеко не обо всех погибших

формировались точные сведения о месте захоронения.

Пример апреля 1945 года приводился выше, но там погибших нашли и похоронили. А вот что вспоминал о своих детских впечатлениях 1944 года умерший в прошлом году литовский поэт Марцелиус Мартинайтис (отрывок в переводе Т. Перуновой взят из вышедшей в конце 2013 года книги Мартинайтиса «Вчера и всегда»):

«...Вдоль рвов в Пасярбянтисе всюду виднелось множество трупов русских солдат, лежавших в разных позах, полуодетых, разутых и даже раздавленных гусеницами танков. <...> У дороге, ведущей от рва к дому, мы обнаружили канаву с уложенными в нее трупами русских солдат, по которым явно проезжали танки! <...> Уже начавшие разлагаться трупы стали подбирать и хоронить сами деревенские жители. Десятками складывали их во рвы и воронки от бомб и снарядов.

Только к весне новая власть вдруг озаботилась останками погибших, было задумано отовсюду их собрать и перезахоронить в Расейняй. Вначале люди охотно указывали места захоронений, не подозревая, что их заставят выкапывать уже сильно разложившиеся трупы, голыми руками волочить их из размокших ям, под присмотром энкаведистов искать в истлевшей одежде документы и знаки отличия.

Чтоб не трогать мертвецов голыми руками, мужчины мастерами «цеплялки»: загибали зубья вила, чтобы удобнее было выгаскивать из ям разлагающиеся тела. Хорошо запомнился всепроникающий «аромат» той весны: приторный трупный смрад, смешанный с дыханием цветущей черемухи и оттаявшей земли.

Однако многие могилы так и не были раскопаны: люди перестали указывать места захоронений, чтобы их не принуждали выполнять подобную работу. А когда наши деревни были охвачены мелиорацией, от этих захоронений не осталось и следа: всюду вымахала трава, заколосились хлеба, паслась скотина, а нынче разросся кустарник».

Все погибшие в этих местах, вероятно, числятся в донесениях пропавшими без вести... Эта большая цитата приведена в качестве ответа на вопрос, который нередко нам задают в письмах: «А когда работа будет закончена? Когда опубликуют списки всех погибших с местами захоронения?»

Все, что мы можем и должны, — это продолжать поиск. Работают поисковые отряды, Министерство обороны ежегодно дает задания на пополнение сайта ОБД «Мемориал». Надо пытаться найти всех.





Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ



КНИГИ

Марк Чангизи

Революция в зрении: что, как и почему мы видим на самом деле
АСТ, CORPUS,
2014



Как вышло, что наши глаза смотрят вперед, и почему у нас нет глаз на затылке? Каким образом зрение нас обманывает? Почему человек видит мир в цвете? Как родилась письменность, почему буквы именно такие, и причем здесь естественный отбор? Неожиданные ответы на эти и другие вопросы дает известный американский нейробиолог.

А.Марков, Е.Наймарк

Эволюция. Классические идеи в свете новых открытий
АСТ, CORPUS,
2014



Что такое польза? Как случайная мутация превращает аутсайдеров в процветающих победителей? Что важнее для эволюции — война или сотрудничество? Книга Александра Маркова и Елены Наймарк рассказывает о новейших исследованиях молекулярных генетиков и находках палеонтологов, которые дают ответы на эти и многие другие вопросы.

Роб Данн

Дикий мир нашего тела: хищники, паразиты и симбионты, которые сделали нас такими, какие мы есть
АСТ,
2014



Автор этой книги, профессиональный биолог, рассказывает, какое влияние на нашу жизнь и здоровье оказывают другие виды живых существ, с которыми организм человека тесно сотрудничает. Мы почти не замечаем этого взаимодействия, однако среди разнообразных обитателей нашего тела немало друзей, чья помощь нам бывает необходима.

Ричард Докинз

Эгоистичный ген
АСТ, CORPUS,
2013



Мы созданы нашими генами. Мы, животные, существуем, чтобы сохранить их, и служим лишь машинами, обеспечивающими их выживание. Мир эгоистичного гена — это мир жестокой конкуренции, безжалостной эксплуатации и обмана. Однако Докинз лелеет надежду, что вид *Homo sapiens* способен взбунтоваться против намерений эгоистичного гена.

Фрэнк Райан

Виролуция
«ЛомоносовЪ»,
2014



«**В**ажнейшая книга об эволюции после "Эгоистичного гена" Ричарда Докинза — гласит подзаголовок. Все живое на планете, в том числе люди, живут в симбиозе с вирусами, эволюционируют вместе с ними и выживают благодаря им. Вирусы, их производные и тесно связанные с ними структуры составляют минимум сорок три процента человеческого генома. Но как вирусы встроились в человеческий геном? И как работает естественный отбор на уровне «вирус-носитель»?»

Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91
Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru

Петрушка

Что за растение петрушка? Петрушка посевная, или кудрявая *Petroselinum crispum*, относится к семейству зонтичных (сельдереиных). Ее родственники — укроп, кориандр (его зелень известна у нас как кинза или киндза), сельдерей, морковь. Это двухлетнее растение. Утолщенный конусообразный корень (корнеплод) и розетка перистых листьев образуются в первый год, во второй вырастает цветонос. Цветки у петрушки мелкие, белые или зеленоватые, плоды душистые, 2—3 мм длиной.

Петрушку делят на корневую и листовую, причем листовая существует в двух вариантах. Петрушка огородная, или неаполитанская *P. crispum var. neapolitanum*, относительно неприхотлива, с плоскими душистыми листьями. У петрушки кудрявой *P. crispum var. crispum* листья соответственно «курчавые». Они красивы, эффектно смотрятся в тарелке, но жестче и менее ароматные, чем у огородных сортов. Корневая петрушка *P. crispum var. tuberosum* образует корнеплод (утолщенный корень). У него ароматная желтоватая мякоть. У корневой петрушки для еды годятся и корни, и листья, у листовых сортов корни жесткие и тонкие.

Культивировать петрушку начали в Средиземноморье, где она росла на каменистых местах. Латинское родовое название *petroselinum* произошло от греческого *petroselinon*, то есть «горный сельдерей». Это название модифицировалось в разных языках, и в русском стало петрушкой. Первые дошедшие до нас описания петрушки относятся к IV веку до нашей эры. Культура оказалась устойчивой к холодам, постепенно распространялась по Европе и странам Востока, к XVI веку добралась до островов Британии и Сардинии, а столетие спустя оказалась в Америке.

В роде «петрушка» есть еще один вид, *P. segetum*. Его ареал — Западная Европа (Великобритания, юг Нидерландов, Франция, Испания и Португалия). У нее более узкие и менее перистые листья, чем у огородной петрушки. Растение съедобно и ароматно, но выращивают его крайне редко, и неудивительно: стеблей у *P. segetum* значительно больше, чем листьев.

Чем полезна петрушка? Листья и корни петрушки — кладезь полезных веществ. Корнеплоды содержат до 10% сахаров и 1,5—3% белка. Самые сочные и сладкие можно грызть, как морковку. В листьях сахаров не более 3%.

Мы с детства привыкли, что зелень — источник витаминов, и петрушка прекрасный тому пример. Аскорбиновой кислоты (витамина С) в ней больше, чем в лимоне, 0,2%. Семь — десять граммов свежей зелени удовлетворяют суточную потребность человека в аскорбинке. Петрушка также содержит витамины К, В₁ и В₂, ретинол (витамин А), каротин (провитамин А), тиамин, рибофлавин, никотиновую и фолиевую кислоты. В ней много фосфора, кальция, магния, калия, железа, кроме того, она источник антиоксидантов разной природы (куда же теперь без них!). Петрушка богата флавоноидами, в том числе апигенином. Сейчас все чаще пишут о том, что он обладает противоопухолевым действием.

Плоды петрушки содержат жирное масло, которое почти на две трети состоит из глицеридов петрозелиновой кислоты (С₁₈Н₃₄О₂). Она представляет собой изомер олеиновой кислоты, в котором двойная связь располагается между 6-м и 7-м атомами углерода. Но жирных кислот в семенах петрушки не более 22%, это все-таки не масличное растение.

Чем пахнет петрушка? Петрушка относится к ароматным пряностям, ее запах создают эфирные масла, которые содержатся во всех частях растения. В свежих листьях масла немного, 0,016—0,3%, но этого достаточно, чтобы придать аромат блюдам, приправленным петрушкой. В сухих корнях до 0,08% эфирного масла, а в плодах 2—7%. Плоды петрушки и используют главным образом для производства эфирного масла. Основные его компоненты — миристицин (37%) и апиол (16%). Миристицин, С₁₁Н₁₂О₃, 1,2-метилendioкси-6-метокси-4-аллилбензол, обладает антиоксидантными свойствами.

Апиол, или камфара петрушки, С₁₂Н₁₄О₄, тоже антиоксидант, кроме того, он вызывает сокращение гладкой мускулатуры. В маслах из листьев петрушки довольно много миристицина, а апиола почти нет.

Оба соединения в больших количествах обладают психоактивными действиями, но отсюда не следует, что петрушка содержит наркотические вещества. В том количестве, которое в состоянии съесть человек, она не опасна. Осто-



рожного обращения требуют семена петрушки и эфирное масло. В 2011 году Роспотребнадзор запретил включать их в состав биологически активных добавок. В медицинских целях эфирное масло петрушки применяют по-прежнему.

От чего лечит петрушка? Апиол, которым богата петрушка, сильный спазмолитик. Еще Гиппократ писал об abortивном действии растения, в Средние века женщины активно использовали его для этой цели. С середины XIX века официальная медицина применяет апиол для лечения расстройств менструального цикла либо в составе эфирного масла, либо в очищенном виде (его зеленоватые кристаллы получил еще в 1715 году лейпцигский аптекарь Генрих Христоф Линк). Кроме того, апиол обладает мочегонным действием.

Петрушка хорошее желчегонное средство, она активизирует пищеварение и обмен веществ. Эфирное масло петрушки подавляет клеточный и гуморальный иммунный ответ. Недаром ее традиционно используют как средство от аллергии, аутоиммунных заболеваний и хронического воспаления.

Сок петрушки улучшает сердечную деятельность и полезен при гипертонии, болезнях мочеполовой системы и желчного пузыря, но принимать его надо умеренно, не более одной столовой ложки, причем эту ложку хорошо бы смешать с каким-нибудь овощным соком, морковным например.

С петрушкой, особенно ее эфирным маслом, следует обращаться осторожно, поскольку апиол в больших дозах повреждает ткани печени и почек. И разумеется, оно противопоказано беременным из-за abortивного действия.

С чем и как съесть петрушку. Зелень петрушки считается классической «рыбной» пряностью. Вообще же как только ее не используют. Кудрявыми листьями часто украшают томатные супы, блюда из риса, жареного мяса и птицы. Мелко порезанную зелень добавляют в творог, тесто, бутербродное масло и мясной фарш, посыпают ею салаты, омлеты и супы. Иногда из петрушки делают начинку для пирога.

Есть блюда, в которых зелень петрушки — один из основных компонентов, например ближневосточный салат табуле. Кроме петрушки, в состав салата входят булгур (крупа из твердой пшеницы), помидоры, мята и лук, иногда чеснок. Табуле приправляют оливковым маслом и лимонным соком, соль по вкусу.

В состав известного французского соуса персилад входит мелко нарезанная зелень петрушки, смешанная с чесноком, оливковым маслом и уксусом. Итальянцы пользуются гремолатой: чеснок, петрушка и лимонный сок. Петрушка нейтрализует чесночный запах, а лимонный сок фиксирует аромат петрушки. Этими приправами можно сдабривать супы, тушеное мясо, отварную рыбу и даже жареную картошку. Более сложный состав имеет итальянский соус сальса верде: петрушка, уксус, каперсы, чеснок, лук, анчоусы, оливковое масло и горчица. У других народов свои вариации сальсы.

Корень петрушки требует предварительной обработки. Его чаще применяют в европейских кухнях. Как правило, корень режут вдоль или мелкими кубиками, обжаривают до образования золотистой корочки, а потом готовят из него супы и вторые блюда. Например, тушат с кабачками и специями и подают, заправив сметаной. В такие блюда обязательно добавляют зелень, но уже не петрушку.

Даже стебли идут в дело. Их можно мелко порезать и обжарить в масле и в таком виде добавлять в супы и гарниры. Можно использовать в соленьях и маринадах или просто положить в суп для аромата. В этом случае стебли лучше предварительно связать в пучок, чтобы их легче было потом вынуть.

Семена петрушки в кулинарии почти не применяют, они сильно горчат из-за высокого содержания эфирного масла. А вот зонтики петрушки добавляют в домашние соленья и маринады.

Корень и листья хорошо хранятся в сушеном виде, но их аромат при этом слабеет. Зелень также солят и замораживают. Впрочем, сейчас, когда свежая петрушка доступна круглый год, в длительном ее хранении нет необходимости.

Приготовим что-нибудь экзотическое. Петрушка — это наше родное огородное растение. Однако не будем забывать, что родина его Средиземноморье. Для экзотического соуса сначала сделаем тапенаду. Это паста из хорошенько измельченных и тщательно перемешанных оливок, зеленых и спелых, нескольких анчоусов и каперсов, которые на провансальском диалекте называются «тапен». Все это месиво разбавляют оливковым маслом до пастообразного состояния. А каперсы, кто не в курсе, это маринованные или консервированные бутоны кустарника *Capparis spinosa*.

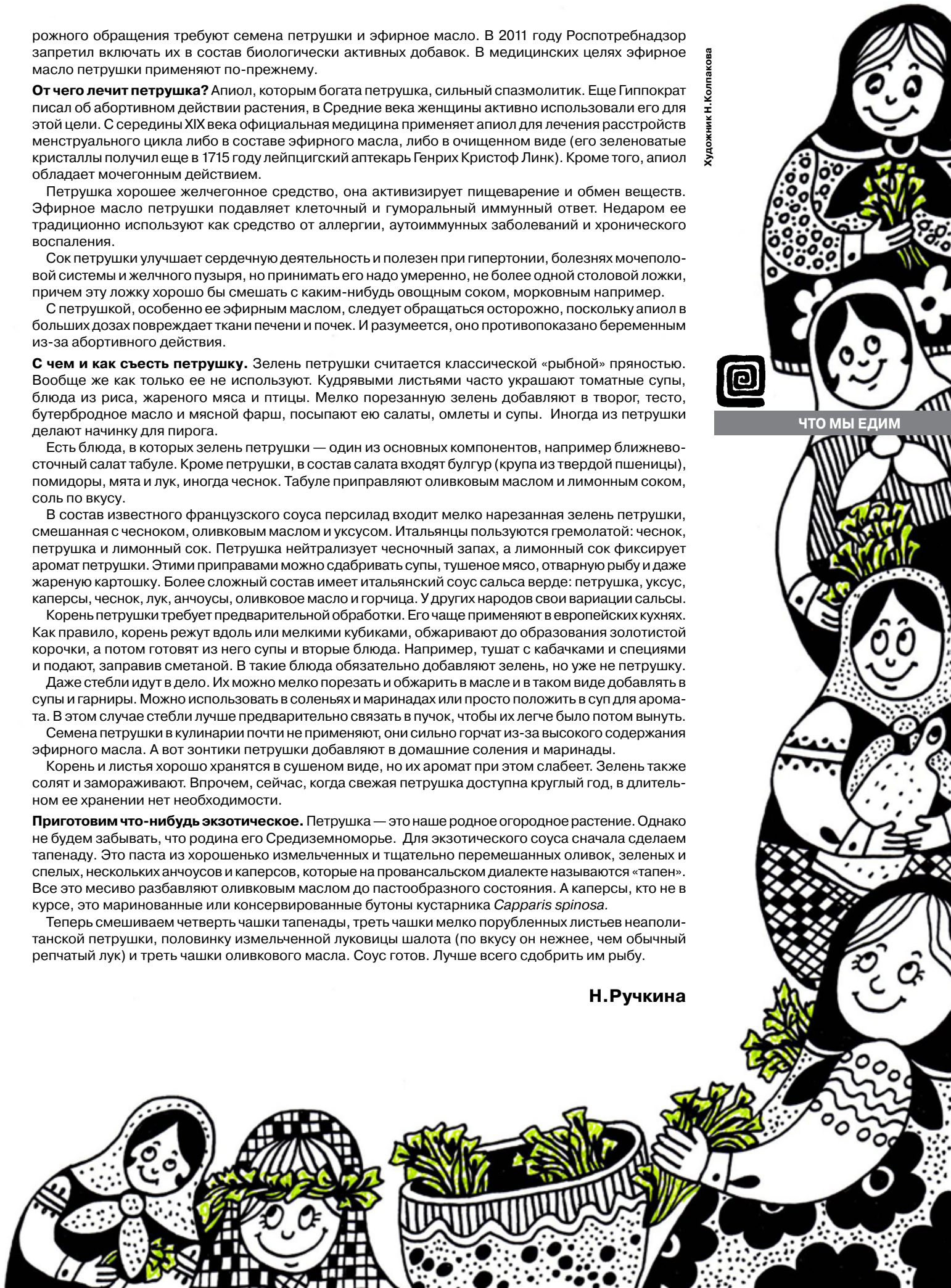
Теперь смешиваем четверть чашки тапенады, треть чашки мелко порубленных листьев неаполитанской петрушки, половинку измельченной луковицы шалота (по вкусу он нежнее, чем обычный репчатый лук) и треть чашки оливкового масла. Соус готов. Лучше всего сбобрить им рыбу.

Н.Ручкина

Художник Н. Колпакова



ЧТО МЫ ЕДИМ





Контакт

Ина Голдин

1

Элла-1 была последней планетой на пути «Гринберга», принадлежащей Галасоюзу. Оттого и цены в космопорту оказались куда дешевле союзных. Лоран восторгался выпивкой по два гала за бокал: даже в его родной Нормандии кальвадос стоит дороже.

«Джон Гринберг», корабль Межпланетного лингвистического центра, стоял на техосмотре в одном из доков, и всех распустили на «перепив и пересып». Лингвисты ушли в пассажирский бокс: ходили по магазинам и скупали

странные сувениры, ощутив себя на несколько часов беззаботными туристами. Космопорт на Элле-1 построили недавно, и он отличался благожелательной обезличенностью. Пассажирский бокс тут был полупустым. В обычном предотъездном шуме звучали тревожные нотки: отсюда корабли улетали неведомо куда. Так, наверное, несколько веков назад чувствовали себя европейцы, отправляясь в Африку или Индию. Подальше от знакомого, изученного, тесного — как бы велика ни была Галактика. К неизведанному.

Каким-то образом они с Лораном наткнулись на эту парочку, так напоминающую их самих — на сотню световых лет раньше. Орбиты пересеклись.

Пересеклись, разговорились, в отпускном приподнятом настроении, уже хорошо навеселе. Парочка — вчерашние студенты, молодая землянка откуда-то из Квебека и теодорец. Ксеногрупп в последнее время стало как грибов после дождя.

— Что у вас делают с прекратившими жизненный цикл? — спросил теодорец.

— То есть с мертвыми, — кивнула Шивон Ни Леоч.

Странный способ приветствовать инопланетянина...

— С мертвыми, — согласился теодорец. — Что у вас с ними делают?

— Ну... закапывают, — чуть растерявшись, ответила Шивон.

Кажется, теодорцу ответ понравился: он стал не торопясь раскачиваться вперед-назад.

— Закапывают, — повторил он. — Как отходы. Это мне нравится.

— А что делают у вас? — спросила Шивон.

— Расплавляют. Так создаются новые слои нашей планеты. В лучшем случае. Если обряд проводят поздно, то мертвые не расплавляются. Остаются твердыми. Камни. Этот вопрос нарушил ваш этический код?

— Код... — «Переживет», хотела сказать Шивон, но долгий опыт отучил ее использовать фигуры речи в разговорах с инопланетянами. — Код не нарушен. А почему вы спросили?

— Интерес, — сказал теодорец. — Я у всех спрашиваю.

Это неудивительно. Не всем удается вырваться с таких богом забытых планет. Теперь ему все вокруг интересно — ему, «тедди», сумевшему стать доктором лингвистики. Сумевшему вырваться. На таких выскочек косились, шутили почти беззлобно, но между собой все-таки называли их «тедди» и «понаехавшими». Ничего — половину Галасоюза когда-то так называли, пройдет время, и к этим привыкнут.

Канадке тоже было любопытно:

— Давно вы летаете?

Шивон поперхнулась номиззой. Ответить пришлось Лорану:

— «Гринберг» был вторым кораблем МЛЦ, после «Сосюра». А нас почти сразу назначили на «Гринберг».

— Это не так страшно, как звучит, — откашлявшись, сказала Шивон.

— А теперь вы куда? — жадно спросила канадка.

«Гринберг» летел на Зену-2, планету, недавно попросившую о вхождении в Галасоюз. Общались зенийцы и земляне пока что с помощью кустарных традукторов и Божьей матери — если она, конечно, заглядывала за границы Союза.

Парочка им с Лораном завидовала, откровенно и беззлобно.

— Мы бы тоже поработали на МЛЦ, — сказала землянка. — Но туда не пробиться.



ФАНТАСТИКА

Ну да. Им с Лораном было проще. Когда они начинали летать, МЛЦ был приютом кучки сумасшедших ученых. Нерсерьезная структура, чудом выбивающая гранты из НАСА и Европейского космического агентства.

— Вы-то куда летите? — спросил Лоран.

— К зимовщикам на З-310. Слышали о такой?

Лоран только покачал головой.

— Грант получили?

— Точно. Не слишком большие деньги, если честно. Но зато это за границей Союза. Там вроде бы нашли разумную жизнь. Непонятно. Так что будем теперь искать контакт...

Вернее — как знала Шивон по опыту, — убедиться, что контакта нет. Чтоб потом эту информацию передали в МЛЦ, оттуда — в ведомство Дальнолета, и там планетку официально признали бесконтактной. И тогда оттуда можно будет вывозить все, что нашли, ни на кого не оглядываясь.

Шивон им завидовала тоже. Не их молодости (годы в космосе понятие относительное, а сколько лет теодорцу, вообще неизвестно), а, пожалуй, их интересу — тому, что гонит через всю Галактику на забытую богом планету, которой наверняка суждено остаться бесконтактной.

Не то чтоб ей надоели полеты или «Гринберг», но в какой-то момент из корабля-красавца, рассекающего пространство, он превратился в лабораторию. В обычное рабочее место. Потом и в единственный дом, который у нее остался, но слишком часто Шивон забывала, что за экранами — на самом деле звезды.

Разговор понемногу размывался, становясь постепенно «игрой в правду» — так обычно бывает с дорожными беседами. Шивон вдруг обнаружила, как много всего не помнит. Ей пришла на ум фраза профессора по ксенолингвистике, которая раньше казалась просто смешной: «Да я забыл больше, чем вы знаете!» Она то и дело оглядывалась на Лорана — все-таки они уже так долго делят космос пополам, он должен помнить...

— А где было опаснее всего?

Канадка рассказывала, как она в первый раз приехала на Теодору с пиратским традуктором.

Тедди внезапно разрыдался; издаваемые им звуки походили на детский плач, и мордочка соответственно морщилась.

— Опять перепутал реакцию, — вздохнула канадка и что-то тихо сказала теодорцу. Шивон снова позавидовала: вот бы и ей так говорить на новых языках Союза. — Все время плачет, когда я рассказываю анекдоты. Сто раз ему говорила, уймись ты с невербальными реакциями, кому надо, возьмет сканер...

Отчего-то всегда в учебниках земных языков плач и смех ставили рядом — абсолютно не задумываясь, что для инопланетян эти две реакции звучат практически одинаково.

В конце концов они разошлись, попрощавшись с теплотой, которую испытываешь лишь к случайным знакомым, зная, что о них уже больше никогда не услышишь.

Шивон ошиблась. Голос канадки она услышала, когда «Гринберг» возвращался с Зены-2 — в записи связиста, поймавшего «мэйдей». Потом голос умолк, и остался только вонзающийся в уши сигнал бедствия.

В конференц-зале «Гринберга» их собралось шестеро: капитан, связист, Брейтуэйт, Марша Форман и они с Лораном — как старшие специалисты. Для профформы, думала Шивон. Вряд ли кто-то на самом деле собирается с ними советоваться. Лингвистов и на первую палубу обычно не пускали, место им на учебном ярусе и в пассажирских боксах.

Капитан бы и у Брейтуэйта мнения не спрашивал, будь его воля.

— Мы исследовательский корабль, — говорил ответственный за миссию. — Не патруль и не медики.

— Это сигнал бедствия, полковник Брейтуэйт. Вы забыли законы Дальнолета?

— Я помню о законах здравого смысла, — ответил полковник. — Я отвечаю за миссию и не хочу подвергать опасности вверенных мне специалистов.

Брейтуэйта было можно понять: у него полный корабль стажеров, и хочется вернуть их на станцию в том виде, в котором взял. И законы Дальнолета все выполнены: частоту держат открытой, координационный центр оповестили, всем ближним судам передали. Не вина «Гринберга», что ближайший Спасательно-координационный центр (проще — СКЦ) находится на той самой Элле-1, а из судов вокруг — только корабль гагаринцев за несколько парсеков.

Шивон с Лораном переводили глаза с одного на другого, как на теннисном корте. Капитан в космосе — царь и бог, его приказы не оспариваются. Но приказ еще не дан, а капитану, как и всему экипажу «Гринберга», платит МЛЦ.

Вот и летай с хорошим грантом...

— Бросьте, Брейтуэйт, — не выдержала Шивон. — Это сигнал бедствия, а мы ближе всех. Будьте же британцем! Тот скользнул по ней взглядом — как от мухи отмахнулся.

— Никто не собирается сажать корабль на планете, — прошелестел капитан. Он был родом с Леи и говорил на трех земных языках, но из-за особенностей своих голосовых связок мог только шептать. — Я предлагаю приблизиться и отправить туда катер.

— Не нравится мне этот сигнал, — сказал связист.

— Что там такое?

— Обычный «мэйдэй» — всем кораблям в зоне доступа... Но там с языком что-то странное.

На записи шел сперва простой звуковой сигнал — позывные корабля и тревога. Потом зазвучал голос канадки — яснее, чем тем вечером в баре, когда он был несколько смягчен выпивкой, но Шивон его тут же узнала.

— Внимание всем, кто нас слышит! Мы находимся на зимовочной базе планеты З-310, мы просим помощи! — Дальше почти незаметная пауза, запинка — и внезапный переход на другой язык.

Шивон подалась вперед. Краем глаза она увидела, что Лоран сидит, напряженно вслушиваясь... Это слегка походило на птичий клекот. Что-то общее с бертийскими языками, но просодия совсем другая, у бертийских, хоть они и «птичь», резкие перепады интонации. А здесь — ничего похожего. Несколько длинных трелей — очевидно, фразы или что-то похожее, — и канадка замолчала. Голос связиста, чуть искаженный в записи, требовал ответить, что у них за проблемы, но ответа не было.

— Вот и все, — растерянно сказал связист. — Звуковой сигнал еще идет, а со станции никто не отвечает.

Шивон облизнула губы:

— А что за язык, установили?

Связист покачал головой:

— Ни один паттерн в нашей базе не совпадает. Хотел вас попросить поглядеть, у вас и доступ больше...

Шивон с Лораном переглянулись. И сказали почти одновременно:

— Если нужны добровольцы, мы готовы.

— Пойдите, — не сдавался Брейтуэйт. — Выходит, что там целая база зимовщиков просит помощи. И чем мы, с вашего позволения, им поможем? Учебный корабль...

— У нас хотя бы есть карантинный отсек и медики. Если там больные или раненые...

Связист отыскал все, что было в документах по станции на З-310. На базе оказалось три с половиной человека. Вернее, один инженер, один биолог, один представитель «СтарСерч», отвечающий за безопасность. И два командированных лингвиста.

Если там вообще еще кто-то оставался.

3

Согласие на операцию дали, и возбуждение звенело теперь на всех палубах. Даже стажеры, которых никто бы не пустил на катер, обрадовались перерыву в лекциях и поддались общей суеде. К тому времени, как собралась спасательная команда, запись уже переслушали всем учебным ярусом. Ни с одним языком, зарегистрированным в МЛЦ, эти трели не совпадали. Шивон отправила ее в Центр, сравнить с «черновиками» — архивом необработанных или недообработанных записей, еще не вошедших в общую базу. Но пока там получают запрос, пока дойдет ответ — до З-310 успеют долететь гагаринцы...

— Ну, положим, это новый язык, — сказал Лоран. — Но «мэйдей»-то на нем зачем подавать? По космической связи добавок... Сопредельным планетам? Чуть...

Может статься, что и сопредельным — если там говорят на похожем языке и если исследователи это знают. В любом случае это значит, что им удалось установить контакт.

— Полетишь посмотреть?

Шивон отмахнулась:

— Бог с тобой, Лоло, это только гипотеза. И кто меня пустит путаться под ногами...

— Никто не пустит, — сказал Лоран. — Распишешься и полетишь, как всегда.

— Я отправлюсь с вами добровольцем, — сказала она Марше. Шеф безопасности, уже в защитном костюме, сидела на корточках и проверяла настройки лазер-жетов. Она подняла голову и уставилась на Шивон немигающими стальными глазами. — Возможно, вам понадобится контакт с местными.

— Да не дай бог! — фыркнула шеф безопасности.

— Вы же слышали тот язык, — сказала Шивон.

Марша распрямилась и моргнула:

— Мы не разговаривать с ними собираемся.

— Я подписала бумагу и пойду добровольцем, — повторила Шивон. — Брейтуэйт дал добро.

Марша хмыкнула:

— Вам попробуй не дай!.. Знаю я, зачем вам туда. Любопытство кошку сгубило, слышали?

— Я старший специалист, — сказала Шивон. — Я была на Гу. Была на Сельве.

Марша покачала головой, смиряясь:

— Табельное вам выдавали?

Шивон кивнула:

— Возьму.

— Через десять минут — у катера, — только и сказала Марша.

Вместе с ребятами Марши в катер забралась одна из врачей — долговзая землянка с лошадиной челюстью. Шивон ее раньше не видела. Говорили, что медик перевелась к ним из ордена Гагарина. Хотя все знают, что оттуда не уходят. Вдобавок и звали ее Юрия — явно из потомственных.

— Ну и как вам у нас на «Гринберге»? — спросила Шивон, когда молчание стало откровенно неловким. — Скучаете, наверное?

— Отдыхаю, — коротко ответила медик и уставилась в иллюминатор. Остаток дороги она сидела молча, обернутая почти видимым коконом спокойствия. Раньше Шивон думала, что такое непоколебимое спокойствие приходит с годами и опытом. Ничего не пришло. Как она суетилась, так и суется. Сейчас медик рассеянно жевала жвачку, челюсть ее двигалась мерно, как у коровы.

— Теперь так, — сказала она, когда катер уже садился. — Шлемы не снимать. Мне все равно, совместимая там атмосфера или нет. Медицинский запрет. Всё.

Почва на планете была серебристо-серой, под ногами рассыпался и скользил песок. Из-за разницы в силе тяжести ботинки впечатывались в почву. На спину давило, как бывает при сильной усталости.

Марша снова попробовала связаться со станцией, но там по-прежнему молчали.

— Да отсюда проще докричаться! — сказали ей.

Станцию зимовщиков уже было видно через частокотел мелких чахлах растений. Красноватые кривые стволы без веток чем-то напоминали кораллы. От глухого круглого здания с плоской крышей тянуло тревогой, как сквозняком. Ничего рационального — просто здешнее болезненно-румяное солнце садилось, а они были на незнакомой планете. Одни.

Марша вдруг остановилась. Заморгала.

— Дверь не закрыта.

Верно. На панели у входа мигал зеленый огонек.

— Заходите, люди добрые! — прокомментировал кто-то за спиной Шивон. — Берите, что хотите.

— Отлично. Охраны нет, на вызов не отвечают. Еще и дверь не закрыли.

Шеф безопасности встала у входа и нажала на панель. Дверь отплыла в сторону.

— Эй, на базе! — крикнула Марша.

Ответа особо не ждали, поэтому от этого крика, прокатившегося по безмолвному коридору, стало нехорошо.

Марша выставила тяжелый подбородок.

— Там могут быть мартышки.

Сколько бы новых планет они ни освоили, для шефа безопасности инопланетяне так и остались «мартышками».

— Там могут быть раненые, — подсказала медик.

Однако на станции не оказалось никого.

— Живых нет, — доложила Марша, вернувшись. — Неживых вроде бы тоже. Оборудование они собрали. Оно там, в коридорах. Свет горит, уборщики ходят. Людей нет.

— Подождите паниковать, может, они где-то на планете. Например, на раскопках.

— Точно — послали «мэйдей» и ушли на раскопки!..

Марша убрала оружие, но она держалась настороженно. Наверняка ей больше всего хочется забрать честную компанию обратно на катер — и на корабль. Это не имело отношения к трусости. У Шивон — как наверняка и у

остальных — было ощущение, что они неведомым образом оказались в чужих декорациях.

— Ладно. — Марша развернулась. — Возвращаемся на катер.

Звук они услышали по дороге. Смутно знакомое шипение — вернее, сначала шипение, а потом бряцание. Звук повторялся, и сама его равномерность пугала. Шел он с небольшой расчищенной площадки неподалеку от станции. Заметив движение за изогнутым стволами, Марша жестом велела им оставаться на месте, а сама, сжимая лазер-жет, ринулась через рошу.

И через пару минут вернулась обратно, обескураженная.

— Никого там нет. Это зонд, наш зонд.

Механическая рука, перебирающая внутренности планеты, — зрелище вполне привычное. Но в уже загустевшей ночи, посреди чужого мира, зонд казался нереальным. Он всасывался в песок и отплевывался в воронку. Сравными промежутокками — будто демонстрируя, что до людей ему нет дела, они слишком незначительны, чтобы помешать его работе.

Шипение. Бряцание.

— Хотела бы я знать, где те, кто его обслуживал, — пробормотала Марша.

Стало совсем неуютно — словно их высадили из поезда в темноте, тот унесся, сверкнув яркими окнами, а они остались в холодной ночи между полустанками.

На катере была иллюзия, будто они не одни: их периодически вызывали с корабля, на главном экране сменялись лица. И свет горел — непохожий на рассеянное, призрачное освещение базы.

Брейтуэйт требовал их немедленного возвращения, но тут коса нашла на камень. Марша Форман не меньше Шивон прослужила на «Гринберге» и не хуже умела спорить с начальством. Она выпустила «пчелки» — миниатюрные камеры, — и те разлетелись по планете, Марша отслеживала картинки на наладоннике.

— Слушай, что я узнал про эту шарашку, — говорил Лоран. — У меня только наши данные, из Ведомства. Я послал запрос в «СтарСерч», но не знал, когда они ответят...

Планету открыли совсем недавно. Обнаружили на ней залежи огнестойкого металла. Из такого можно делать индивидуальные капсулы для вхождения в привасферу. Полезная вещь и может стать недешевой. Сперва думали, что планета бесконтактная. Однако не так давно там обнаружили живых существ и выстроенные под землей пещеры. В беспорядочных линиях и фигурах, которыми были исцарапаны стены пещер, усмотрели наскальную живопись — а кое-кто и письменность. Тогда на З-310 и отправили лингвистов...

— Вижу человека, — вдруг сказала Марша. И когда к ее экрану кинулись смотреть, хрипло добавила: — На обычном экране вижу. На тепловом — нет...

Тело уложили у катера.

— Время смерти — часов пять-шесть назад...

— От чего?

— Сейчас будем выяснять, — флегматично сказала врач.

Марша, поняв ее, замотала головой:

— Плохая идея!

— Здесь нет диагностической капсулы. Вы потащите его на корабль?

Марша выругалась, причем довольно грязно. Однако никто не выглядел шокированным.

— Под мою ответственность, — сказала медик.

Шивон уцепилась:

— Я иду на базу с вами.

Но та повторила:
— Под мою ответственность.

— Все здесь в порядке, — сказала медик. — Датчики инфекций молчат, радиация в норме...

— Этой базе сто лет в обед... Датчики древние, могли что-то пропустить.

Модуль и правда был старый, и сама база мелкая, тесная, с вытертым пластиком диванов в кают-компании. Роботы, которые торопливо прибирали за пришельцами пыль, приветственно мигали лампочками и выглядели здесь вызывающе живыми.

Сперва ждали в медотсеке, пока врач разберется с капсулой, потому что Марша запретила ходить по базе по одиночке. Потом собрались в полутемном салоне: лампы горели в режиме экономии, и ни у кого не хватило духу усилить свет.

Медик медленно опустилась на диван.

— Здешний биолог, если компьютер не напутал с идентификацией. Это не насильственная смерть. Он умер сам. От чего умер — трудно сказать.

— На что это похоже?

Медик пожал плечами:

— Остановка сердца. А отчего оно остановилось...

Она вновь замолчала и принялась жевать.

Шивон ощущала себя вороватой горничной, которая тащит вещи из дома покойного хозяина. Касаться клавиш чужого компьютера было неловко.

Данные, естественно, оказались зашифрованы. Шивон выругалась — теперь придется посылать запрос в «СтарСерч». Единственные незащищенные данные оказались на фонетическом синтезаторе. Шивон скрылась в лаборатории, вслушивалась, не замечая времени. Но вычлененные фонемы были редкими и нерегулярными. Созвучия вообще, казалось, вбрасывали в речь щедрой неразборчивой рукой — что упадет, то и хорошо. Под конец птичья речь будто липла к зубам — но ничего не прояснилось.

4

Местная ночь длилась недолго, всего два-три часа по корабельному времени. Шивон успела поспать беспокойным сном, сквозь который только резче чувствуешь усталость. Она выбралась из станции с тяжелой головой, надеясь, что хотя бы иллюзия свежего воздуха развеет эту тяжесть. Пришлось объясняться с ребятами Марши; ее отпустили только с условием, что Шивон не выйдет из их поля зрения. Планета З-310 выглядела такой же сиротливой, как накануне вечером. Шивон шагала медленно, с трудом отрывая ноги от земли. Планета была плоской, насколько простирался взгляд. Тут и там — «коралловые» рощицы, как островки сыпи. И кое-где — низкие песочные горки, вроде кротовых нор.

Под ноги Шивон не смотрела и, споткнувшись о большой камень, кулем повалилась на землю. Поднялась, недоуменно оглядываясь. Повсюду песок был мягким и блестящим, как пепел. Даже мелких камешков не было.

Если обряд проводят поздно, то не расплавляются. Остаются твердыми. Камни.

Несколько минут она пыталась трусливо убедить себя, что это на самом деле... скажем, обломок скалы. Или астероида.

Этот вопрос нарушил ваш этический код?

Теодорец и в самом деле окаменел, но в затвердевшей форме без труда можно было разглядеть его черты. Даже

глаза с налипшим песком — как льдинки, вмерзшие в камень. Шивон закрыла бы ему глаза, но у «тедди» нет век.

— В первый раз вижу такое, — раздумчиво произнесла медик. — Похоже, они умерли одинаково. У него тоже отказало сердце. Странно. Если это какой-то вирус...

Шивон ясно увидела, как в ее глазах вспыхнул интерес — будто молния сверкнула. Вирус, который с одинаковой легкостью убивает и землянина, и ксено, — тянет на важное научное открытие. И не Шивон винить ее за любопытство...

Марша сняла записи с видеокамер и просматривала их, ругаясь себе под нос.

— Подойдите-ка сюда, — позвала она. — Кажется, опять этот язык...

На записи канадка отходила от пульта связи в тот момент, когда контакт прервался. Связист с «Гринберга» требовал подробностей, но девушка как будто потеряла к «мэйдею» всякий интерес. Она что-то бормотала про себя — когда Марша выкрутила громкость до максимума, стали слышны обрывки фраз на английском, опять с вкраплениями неизвестного языка. Так, бормоча, канадка удалилась из помещения, пропав из видимости.

— Не понимаю. Почему она... — Это похоже на запущенную форму «переключения кодов»*. Когда они успели до нее доработаться?

На камерах видно было, как с базы вышел «тедди» — тоже что-то бормоча и раскачиваясь. Шивон не помнила, нормально ли для этих особей качаться, — она не ксенобиолог, в конце концов.

— На базе было пять человек, — наконец сказала Марша. — Мы пока нашли двоих.

— Это может значить, что остальные живы, — без энтузиазма сказала медик. — Или что они умерли не здесь.

— Умеете вы вселять надежду.

Шивон не слышала, как прилетел еще один катер. Однако поднявшийся шум выманил ее из исследовательской. Лоран стоял в дверях базы, не сняв защитного костюма. Хоть такие костюмы и делают всех одинаково бесформенными и безликими, Шивон узнала Лорана. Едва на шею ему не кинулась.

— А ты зачем спустился?

— Пришел ответ из МЛЦ. Это официально: такой системы нет ни в одной базе данных. У нас новый язык, малышка!

— Как Брейтуэйт тебя отпустил?

— Сказал, все равно мы делаем тут что хотим, и он доложит в МЛЦ о бунте.

— У тебя будут неприятности.

Лоран только улыбнулся:

— А вы тут как одни?

— Перебили зимовщиков, — сообщила Шивон. — Захватили планету.

— Молодцы. Я получил коды из «СтарСерч». Где записи?

Вдвоем они заняли исследовательскую, их не беспокоили — только голос Марши иногда одиноко звучал по громкой связи. Лоран отыскал журнал наблюдений. Вначале шли отчеты об экспедициях, рутинные и неинтересные. Вывод в конце последнего рапорта — очевидно, планету придется признать бесконтактной. Явное разочарование в голосе канадки.

А следующая запись — с почти не сдерживаемым возбуждением: «Кажется, наши выводы были преждевременными. Сегодня мы впервые наблюдали живых существ на

*Переключение кодов — в языкознании внезапное, спонтанное переключение говорящего с одного языка на другой и обратно.

планете. Они кажутся разумными. Прилагаю видеозапись за номером...»

Аборигенов снимали с разных ракурсов. Были они мелкие, на удивление безобидные: тощие тела, короткие конечности и недоуменно вытаращенные глаза.

— Вряд ли они опасны, — прошептала Шивон так, будто даже через экран могла спугнуть их. Сперва она, как ни прислушивалась, не могла уловить ничего похожего на речь. Но в какой-то момент аборигены, видимо, заметили наблюдателей. Несколько особей развернулись и залопотали что-то на том самом птичьем языке.

— Вот оно! — тихо сказал Лоран.

Первым с инопланетянами заговорил теодорец, и комментарию к записям делал он. Пришлось включать традуктор. Шивон было стыдно им пользоваться — хоть и понятно, что всех языков Галактики не выучишь.

«По первоначальным звуковым характеристикам звучащая речь напоминает бертийскую, но с явной разницей в просодии. Разумеется, первое впечатление, полученное без специального оборудования, может быть ошибочным...»

«Моя гипотеза об ошибке подтвердилась. Хотя отдельные фонемы напоминают бертийские, фонетический синтезатор не обнаружил сходства на уровне звуковых цепочек. Стабильных буквосочетаний пока не найдено, очевидно, недостаточно материала».

Это «недостаточно материала» проскальзывало в записях все чаще и чаще.

«Полноценный синтаксический анализ пока не представляется возможным. Собранных данных не хватает, нужно вернуться в поле».

«Трудно определить прагматическую цель высказывания. Если эмпирически ориентироваться на внеязыковой контекст, можно предположить, что аборигены недовольны нашим присутствием. Трудно определить что-то в невербальном плане, потому что мы почти ничего не знаем об их невербалике».

Примечание теодорца:

«Тем не менее некоторые из их жестов поддаются систематизации лучше, чем речь».

Примечание канадки:

«Это вообще часто бывает с жестами».

«Так или иначе, никакой агрессии против нас мы не заметили. Но не было и попыток бытовой коммуникации, как то: попросить об услуге, назвать свое имя, и так далее...»

Примечание теодорца:

«На множестве планет, в отличие от Земли, нет категории имени».

Примечание канадки:

«Не умничай».

Они переслали все сделанные записи стажерам. Устами младенцев иногда глаголет истина, и лучше заниматься делом, а не слоняться по кораблю, раз уж семинары отменили. Шивон невольно улыбнулась, представив себе суматоху на учебном ярусе...

Ближе к вечеру снаряженный Маршей поисковый отряд привел саму канадку. Живую. Оказалось, она бродила без цели не так далеко от базы. Может быть, она и оставила дверь открытой.

— Вы слышите меня? — допытывалась медик, схватив ее за плечи.

Девушка была без шлема, волосы растрепаны, лицо в пепельных разводах.

— Вы понимаете, где находитесь? — спрашивала медика. — Можете сказать свое имя?

Канадка вяло высвободилась, повела рукой. Отступила на шаг. На ногах она держалась нетвердо, как пьяная, но глаза были ясными.

— Кадрики, — проговорила она. — Надо, чтоб... чтоб параллельно все было, да. Потому что... надо. Ветки. Чтоб параллельно. Ну... — Дальше пошли уже знакомые чирикающие звуки.

Тут ее повело в сторону; едва успели подхватить. Врач забрала ее в медотсек, еще раз велев не снимать шлемы... Потом она доложила:

— Результат такой. Травмы головы нет. Нарушения речи — ну вы сами слышали. Как после инсульта. Но инсульта не было.

— А что было? — спросила Марша.

— У этой — афазия может быть симптомом поражения мозга. А у тех?.. Остановка сердца и дыхания могли произойти из-за обширного поражения мозга, сразу нескольких отделов. И хоть бы какая-то внятная причина!

— Что же теперь?

— Что? — Медичка начала было выдувать из жвачки пузырь, но, спохватившись, втянула воздух обратно. — Я ввела препарат, чтоб вывести из организма все токсины разом. Но я даже не знаю, что это за токсины. Если это какой-то здешний вирус, то я не имею понятия, как он действует...

— А... — начала было Марша.

— Нужна нормальная лаборатория. Где-нибудь в СКЦ, а лучше — у нас в госпитале. — Под «у нас» врач явно подразумевала гагаринцев. — А ее даже на корабль нельзя забрать. Я запрещаю. Теперь так, — она сглотнула, — я объявляю карантин по всей планете. Никто не поднимется на борт, пока мы не узнаем, что это такое.

5

После объявления карантина с ними стали чаще связываться с корабля, и, как правило, по пустячным поводам: то начальник медпункта требовал дополнения к отчету, то у одного из стажеров появлялась очередная гениальная идея, то Брейтуэйт желчно сообщал, сколько времени и денег они уже потеряли из-за простоя. В очередной раз экран ожил, когда Шивон дремала в салоне, на пару часов отвлекшись от исследований.

— База? Это «Гринберг». Ребята тут от нечего делать фотографировали с орбиты. На шесть часов от вас — четкая расчищенная площадка. На приближении похоже, что растительность нарочно уничтожали. То есть там есть роща, но по характеристикам она куда моложе остальных. Если нормальным языком — это похоже на деревенский аэродром на Земле...

— Ничего себе! Сюда кто-то уже летал?

— Явно не наши. Ладно, уже все заросло, но вы там поосторожнее. Парни говорят, таких площадок несколько, но они от вас дальше.

Космодром. Значит, мы здесь не первые. Возможно, далеко не первые...

Шивон опустила голову на валик потертого дивана. Прикрыла воспаленные глаза. В голове пляшущими человечками двигались символы синтаксического анализатора. Она узнала шаги медика — нарочито медленные шаги человека, который не хочет сообщать паршивой новости.

— Вот и всё, — сказала бывшая гагаринка Юрия. Значит, и канадка скончалась.

Местные обитали в пещерах: на поверхности бывали сильные ветры, а низкие тощие деревца не давали убежища. На той записи аборигены были как раз у входа в

одну из пещер. И там же теперь их поджидала экспедиция «Гринберга».

Сидели они тут долго. И только под самый вечер увидели местных.

Небольшая группа аборигенов, особой пять-шесть. Шивон напряглась, пытаясь разобрать их речь, однако те не издавали пока никаких звуков — и вообще объяснялись жестами. Движения коротких лапок не походили на земные жесты, но все равно проскальзывало в них что-то смутно знакомое. Будто, если всматриваться достаточно долго, — поймешь.

Их не заметили, группа прошла мимо и исчезла в следующем островке кустарников.

— Безобидные, — с некоторым удивлением сказала Марша.

Шивон вспомнила про квадрат выжженного леса. Безобидные... Но ведь как-то они должны были защищаться.

— Так они с нами и не заговорят, — сказала Шивон в исследовательской. — Надо их спровоцировать.

Лоран сидел и смотрел куда-то в пол.

— Этот зонд... — наконец проговорил он. — Что они здесь искали? Может, они что-то нашли.

— Ты о чем?

Он поднял глаза:

— Нашли. Что-то важное, не только металл... А наши... камарадес... нашли контакт. Неудобный контакт.

— А я думала, — медленно проговорила Шивон, — это я у нас специалист по теории заговоров.

В бедноватом свете станции лицо Лорана было нездорово темным. Он всегда каким-то образом умудрялся сохранять загар, даже по многу лет кряду не вылезая с корабля, и выглядел импозантно — загорелое мужественное лицо, голубые глаза. Не ученый, а летчик, потерпевший аварию над пустыней, — эдакий Сент-Экзюпери. Но сейчас он казался просто поизносившимся.

— Да что такого они могли найти, чтобы угробить всю базу?

— Вся база — пять человек, малышка. От чего умирают — непонятно. И вряд ли кто-то станет особо разбираться, мы за границами Союза. Космос все-таки, не Люксембургский сад.

Шивон кивнула:

— Узнать бы, что это за зонд. И что он ищет...

Ничего особенного, как оказалось. Никакого чудесного топлива или минерала, который позволит излечить всю Вселенную от болезней. На самом деле зонд искал подземную воду. Это понятно: на поверхности практически не было водоемов.

Но Шивон заинтересовало другое. Дата установки зонда почти совпадала с датой первого контакта. И правда, что-то здесь не так. Понять бы — что...

Рука Лорана легла ей на плечо.

— Марша собирает поисковую команду.

— Ну? — произнесла Шивон.

— Я пойду с ними. Может, удастся с кем завязать разговор. А у тебя... у тебя есть что-то интересное?

— Бессмыслица какая-то, — пробормотала Шивон. — Эта штука все время требует новый материал, будто этого недостаточно.

— Похоже, *ma chère*, мы наткнулись на что-то новое...

Может быть. Такое, что всему МЛЦ со всей королевской ратью анализаторов и компиляторов с этим не справиться. Может быть, мы откусили больше, чем можем проглотить?..

Когда Лоран ушел, Шивон попыталась хоть что-то проанализировать вручную, без приборов. Но плюнула, уставилась в пустоту.

Хотела бы она знать, как у канадки получилось выучить этот язык настолько, чтобы тараторить, вызывая помощь...

Ведь первый контакт случился не так давно — недостаточно, чтобы так бойко говорить. И определенно недостаточно, чтобы договориться до синдрома переключения кодов.

В дверь проснула голову врач:

— А если это поле?

— Какое поле? — машинально спросила Шивон — хотя она, кажется, начинала наконец понимать.

— Электромагнитное. Перестройки на клеточном уровне. Это может объяснить хотя бы то, что я ни черта лысого не вижу на здешних приборах.

— Пойдите, — сказала Шивон. — Это не поле.

Она вспомнила про космопорт на шесть часов. Про зонд. Если это не единственный космопорт, то, может, были и другие зонды. И другие инопланетники. Менее дружелюбные, не скованные законами Дальнолета.

И беззащитным на вид аборигенам пришлось как-то выживать.

Неудивительно, что компьютер отказывается воспринимать это как систему.

Потому что это не система.

Это вовсе не язык.

Она вскочила — стул отъехал и врезался в стену. Но было поздно, экспедиция уже вернулась, толпилась в дверях станции.

— Доктор Ни Леоч! — позвала ее Марша. Никогда шеф безопасности так к ней не обращалась.

— Что с Лораном?

— Доктор Дюпре отказался возвращаться с нами. Он там, в роще. И не хочет разговаривать. Может, вы к нему пойдете?

— Марша, он говорил с аборигенами? Вы слышали? — Шивон произносила слова необычно четко, будто разговаривала с ксеностажером.

— Не слышала, только видела, издаека... Он нашел тело. Не велел нам подходить, сказал, мы их спугнем. Черт, чтоб я еще раз полетела куда-нибудь с лингвистами...

Он должен был понять, думала Шивон. Они сто раз шутили насчет великих умов, которые мыслят одинаково. Шутки шутками, но за столько лет мысли их стали будто эхом друг друга.

6

Он стоял посреди рощицы, глядя на неподвижное тело у своих ног. Марша и ее ребята были в отдалении. Шивон запретила им подходить.

Лоран обернулся, посмотрел рассеянно, приложил палец к губам. Значит, он понял. Успел понять. А уйти не успел.

— Это не вторая сигнальная, да, Лоло? Это их оружие...

И он кивнул.

— Тебе нужно в медотсек, — решительно сказала Шивон.

Лоран покачал головой и указал на небо:

— Никуда мы не улетим. Теперь нас никто на борт не поднимет. Мы контактировали.

Он нетерпеливо дернул плечом и настучал на наладоннике:

«В прямом контакте был только я. Уходите на корабль. Уничтожьте все записи».

Врач сперва не сказала ничего. Уложила Лорана в диагностическую капсулу, включила датчики. А потом повернулась к Шивон:



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Лес создает облака

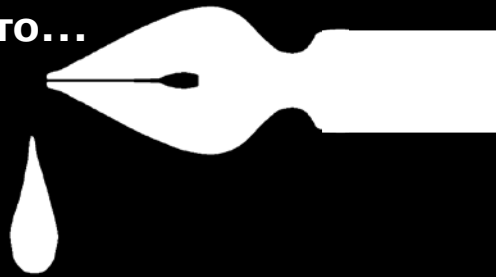
На острове Гран-Канария не роют колодцы — там, в глубине земли, нет воды. Нет ее и наверху, на горе, — никаких ледяных шапок, питающих реки. Откуда же там берется вода? Ее собирают сосны, конденсируя атмосферную влагу. Над сосновым лесом, что растет на горе, всегда висит облако, и есть мнение, что именно деревья создали всю экосистему острова. Возможно, этот феномен заставил исследователей из полутора десятков научных организаций со всего мира ввести в модель образования облаков новое действующее лицо («Science», 2014, 344, 6185, 717—721; doi: 10.1126/science.1243527).

Принято считать, что для образования облака, то есть конденсации водяного пара, нужны центры зарождения, а главные среди них — минеральные пылинки и капли серной кислоты. Эксперименты это подтверждают, а вот теория — нет: компьютерным химикам никак не удавалось собрать в одном месте достаточно молекул кислоты, чтобы размер капельки превысил критический и она стала бы расти, а не испаряться. Нужен был помощник. И таким помощником в опытах международной группы, которая проводила расчеты и ставила опыты в специальной камере ЦЕРНа, стало вещество, выделяемое сосной в жару, — альфа-пинен, причем сильно окисленный; в его присутствии капли серной кислоты легко собирались вместе, как в компьютере, так и в камере. Теперь в модель образования облаков можно ввести новый параметр — летучие вещества, выделяемые растениями. Не исключено, что это поможет прояснить туманные области климатических моделей: по утверждению сторонников гипотезы антропогенного потепления, в этих моделях именно облака с их отражательным эффектом не получают как следует. (Впрочем, это не мешает им использовать подобные модели для давления на общество и политиков.)

Однако руководитель работы Урс Балтеншпергер, директор Института Пауля Шеррера (Швейцария), отмечает, что получить зародыши водяных капель — это половина успеха. Теперь нужно понять, как они дорастают до 50—100 нм, — именно такие капли нужны для устойчивой конденсации облаков. Кто знает, может быть, растения выделяют и другие вещества, чтобы создать над собой облачный экран для защиты от палящего солнца, и их тоже надо учитывать. Главное, чтобы лес был достаточно большим.

С.Анофелес

Пишут, что...



...ДНК, содержащая две новые «буквы» генетического кода — нуклеотиды, которых нет в природе, — успешно копируется не только *in vitro*, но и в клетке кишечной палочки («Nature», 2014, 7500, 509, 385—388)...

...при исследовании социально-экономического состояния 208 малых городов Центрального, за исключением Московской области, и Приволжского федеральных округов в 1998—2010 годы оценку «отлично» не получил ни один город, а устойчивая оценка «хорошо» за весь период была только у Курчатова («Известия РАН. Серия географическая», 2014, 2, 43—52)...

...подростки 16—17 лет с высокими показателями ротационной инерции предплечья и кисти медленнее реагируют на внешние сенсорные стимулы («Физиология человека», 2014, 40, 2, 22—30)...

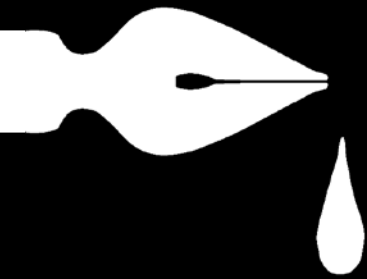
...создано устройство, моделирующее миллион нейронов с миллиардами синаптических связей, которое потребляет всего три ватта («Proceedings of the IEEE», 2014, 102, 5, 699—716)...

...выявленные в органах и тканях крыс содержания наночастиц серебра и золота в соответствии с известными данными литературы могут быть расценены как неопасные («Известия РАН. Серия биологическая», 2014, 3, 286—295)...

...текущая седьмая пандемия холеры характеризуется глобальным распространением атипичных штаммов холерного вибриона Эль Тор («Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии», 2014, 2, 36—46)...

...самым быстрорастущим по частоте запросом в Google за 2010 год стала аббревиатура «автоматизированных диет», включающих, например, ежедневные подкожные или внутримышечные инъекции хорионического гонадотропина («Психологический журнал», 2014, 35, 2, 83—90)...

...ветвистый полимер, имитирующий строение белка суставной жидкости лубрицина, может стать основой для уникальных смазочных материалов («Journal of the American Chemical Society», 2014, 136, 17, 6199—6202)...



...российский астроном-любитель сконструировал телескоп, который можно разбирать и перевозить в двух рюкзаках; телескоп позволяет наблюдать галактики и туманности, постоянно удерживая их в поле зрения («Земля и Вселенная», 2014, 1, 84—87)...

...вирус гриппа, вызвавший пандемию 1918—1920 годов, произошел от существовавшего ранее вируса сезонного гриппа, который заимствовал некоторые участки генома у вируса гриппа птиц («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 28 апреля 2014, 10.1073/pnas.1324197111)...

...электрическая стимуляция мозга с частотой 25—40 Гц во время фазы быстрого сна вызывает у 70% спящих осознанные сновидения: человек осознает, что спит, и может управлять событиями, которые ему снятся («Nature Neuroscience», 2014, doi:10.1038/nn.3719)...

...на северо-западе Китая найден древнейший известный птеродактиль, получивший название *Kryptodrakon progenitor*, с размахом крыльев 1,47 метра («Current Biology», 2014, 24, 9, 1011—1016)...

...в 50—60 годы XX века глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов представлялось временной мерой, до разработки технологий отверждения этих отходов, однако эксплуатация полигонов продолжается и по сей день («Геоэкология», 2014, 1, 86—90)...

...причиной нейродегенеративных заболеваний, связанных с интоксикацией марганцем, может быть то, что ионы Mn^{2+} вызывают снижение точности синтеза ДНК в клетках («Молекулярная генетика, микробиология и вирусология», 2014, 1, 15—21)...

...иницирование искусственных осадков в количестве не менее 3 мм над пожароопасными лесными территориями предотвратит возгорание («Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», 2014, 2, 89—95)...

...за 50 лет акклиматизации у ондатры *Ondatra zibethicus*, завезенной в Западную Сибирь из Канады, сильно изменилась форма нижней челюсти («Доклады Академии наук», 2014, 455, 4, 478—480)...

Художник М. Константи



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Ресвератрол не полезен?

Ресвератрол — один из полифенолов, содержащихся в винограде. Опыты на мышах показали, что он продлевает жизнь животным, страдающим ожирением, и замедляет старение у низших организмов. В результате это вещество было объявлено едва ли не панацеей, стали выпускать пищевые добавки с ресвератролом, а кроме того, его провозгласили главной причиной «французского парадокса» (французы едят много жирной пищи, но уровень холестерина у них низкий, — не иначе, оттого, что они всё запивают красным вином, в котором много ресвератрола).

Ричард Семба, исследователь из Института Джонса Хопкинса, вместе с коллегами уже пятнадцать лет работающий в тосканском районе Кьянти, где делают одноименное вино, решил окончательно разобраться с ресвератролом (Агентство «NewsWise», 9 мая 2014 года). Казалось бы, для этого в соответствии с принципами доказательной медицины надо было сформировать несколько групп с различным потреблением ресвератрола и двойным слепым методом следить за их здоровьем. Но Семба пошел другим, гораздо более дешевым путем. Он круглыми сутками собирал мочу у более 700 жителей района в возрасте 65 лет и старше, измерял содержание в ней продуктов распада ресвератрола, а затем пытался построить корреляцию между их концентрацией и продолжительностью жизни, а также другими важными для медицинской статистики данными. И ничего не нашел: не было связи даже с показателями воспалительных, сердечно-сосудистых или раковых заболеваний. Это и дало ему повод утверждать, что ресвератрол, похоже, вовсе не причина французского парадокса: может быть, все дело в каком-то другом содержащемся в винограде полифеноле или вообще не в полифенолах и не в вине...

Семба не поясняет, насколько точно его методика отражает потребление индивидом продуктов с ресвератролом. Как-никак все люди разные, у каждого свои особенности метаболизма, и нужно обладать известной смелостью, чтобы так уверенно судить о том, что в человека вошло, по тому, что из него вышло. Теперь, очевидно, слово за сторонниками ресвератрола.

А. Мотыляев



Уиллард Либби и его радиоуглерод

Женева, 1955 год, Международная конференция по мирному использованию атомной энергии. Очередной докладчик выходит на трибуну с чемоданом, вынимает из него старую обувь и сообщает, что ее носил житель Северной Америки 9500 лет назад. Затем достает обломок деревянного весла и говорит, что оно изготовлено в Древнем Египте 3000 лет назад. Докладчик — американский физикохимик Фрэнк Уиллард Либби, будущий нобелевский лауреат.

Родился он в 1908 году, в семье фермера, образование у коего было — три класса. Окончил школу в 1926 году, мечтал о карьере горного инженера, начал учиться в Калифорнийском университете в Беркли, потом решил, что химия интереснее, получил степень бакалавра по химии.

В аспирантуре Либби сделал первое открытие: обнаружил, что самарий радиоактивен, с периодом полураспада 100 миллиардов лет. Опыт работы с очень слабой радиоактивностью позже помог Либби сделать его главное открытие. А пока — докторская степень, преподавание, участие в Манхэттенском проекте, разработка технологии разделения изотопов урана. После войны Либби заинтересовался недавно открытым радиоактивным изотопом углерода ^{14}C . Он образуется в верхних слоях атмосферы, по реакции $^{14}\text{N} + n \rightarrow ^{14}\text{C} + p$. Ежегодно возникает 8 кг ^{14}C и столько же распадается. Период полураспада ^{14}C составляет 5730 лет. Всего на Земле имеется 60 тонн нуклида ^{14}C , из них в атмосферном CO_2 его одна тонна, примерно 10—11 % от «обычного» ^{12}C ; остальной же радиоуглерод, главным образом в виде CO_2 , растворен в воде.

Вновь образовавшиеся атомы ^{14}C окисляются до $^{14}\text{CO}_2$, который затем усваивают растения с помощью фотосинтеза. Растениями питаются животные, поэтому вся живая органика содержит радиоуглерод: на триллион атомов ^{12}C приходится один атом ^{14}C . Содержание ^{14}C в живых растениях и животных постоянно, но когда истекает срок, отпущенный организму на активное поглощение углеродных соединений — содержание радиоуглерода начинает снижаться, в два раза каждые 5730 лет.

Теоретические основы радиоуглеродного метода датировки довольно просты. Однако для их практического использования пришлось провести очень большую работу. Прежде всего нужно было установить, действительно ли содержание ^{14}C в обычном углероде одинаково во всех живых организмах. С этой целью были исследованы образцы древесины 17 свежесрубленных деревьев из разных стран, и оказалось, что содержание ^{14}C в них одинаково. Либби пришлось измерять очень слабую радиоактивность, значительно меньше фона, поэтому требовалась защита от внешней радиации, а измерения велись многие сутки. Сейчас вместо десятков граммов для анализа хватает всего нескольких миллиграммов, а иногда и долей миллиграмма образца.

Либби проверил точность метода, измерив радиоактивность разных годовых колец деревьев, живущих по пять тысяч лет (между кольцами нет обмена углерода). Для этого необязательно пилить дерево, достаточно вырезать из него длинный керн небольшого диаметра. Проверке подверглись также образцы, возраст которых был известен по археологическим данным, — дерево из гробниц фараонов (3900—5600 лет); хлеб из дома в Помпеях (79 н. э.), ткань, которой были перевязаны Кумранские рукописи (или свитки Мертвого моря), древесный уголь из Стоунхенджа и другие. Измерения блестяще подтвердили теорию Либби. Он установил также, что последний ледниковый период в Северной Америке окончился 10 000 лет назад, а не 25 000, как полагали ранее. Установление времени последних ледниковых периодов на Земле считалось главным достижением метода Либби.

В 1960 году он получил Нобелевскую премию по химии «за метод использования углерода-14 для определения возраста в археологии, геологии, геофизике и других областях науки».

Метод Либби имеет ограничения. Точность падает для образцов старше нескольких десятков тысяч лет и для слишком молодых. Выяснилось также, что количество радиоуглерода в атмосфере не всегда было точно таким, как сейчас (интенсивность космического излучения непостоянна). Массовые испытания ядерного оружия в 50—60-е годы также изменили

Т. П. САВЕНКО, Королев: Ледяные красители, или азогены, — вещества, применяемые для синтеза азокрасителей непосредственно на волокнах материала, к окрашиванию льда отношения не имеют.

Л. Н. КОЖЕВНИКОВОЙ, Санкт-Петербург: Ржавое пятно со светлого зонтика можно вывести лимонным соком; если не помогает, растворите две столовые ложки щавелевой кислоты в 100 мл воды и отдельно столовую ложку карбоната калия (поташа) в 100 мл воды, смешайте оба раствора и попробуйте отмыть пятно смесью.

*О. М. СМIRНОВОЙ, Архангельск: Куколь *Agrostemma githago* нельзя назвать «вредным» или «полезным» — он злостный сорняк в посевах зерновых, он же декоративное растение, но использовать его в составе лекарственных сборов не стоит: все части растения содержат ядовитый гликозид.*

С. С. ГОНЧАР, Владимир: Запах моря создают малые концентрации диметилсульфида CH_3SCH_3 , метаболита морских бактерий; в парфюмерных композициях за «морской» запах отвечают другие вещества, например адоксаль (2,6,10-триметил-9-ундецен-1-аль), но при нынешней моде на парфюм с запахами природы могут появиться и духи с ДМС.

А. ТОКАРЕВУ, электронная почта: Онлайн-карты пожаров, составленные по спутниковым данным, можно увидеть на сайте «Космоснимки. Мониторинг пожаров» (<http://fires.kosmosnimki.ru/>); будем надеяться, что этим летом посещаемость сайта не слишком возрастет.

А. Г. МАКОВЕЦКОЙ, Москва: Дижонскую горчицу готовят из семян обычной горчицы, но обязательно на соке кислого, еще не созревшего винограда.

Н. К. СЕРГЕЕВУ, Краснодар: Современная кухня позволяет запекать свеклу и в фольге (рекомендуется предварительно смазать корнеплод растительным маслом), и в кулинарном рукаве, а годится запеченная свекла во все блюда, в которые обычно кладут вареную.

В. Л. ДУРОВУ, Томск: Из баллистического желатина не делают снарядов, его применение прямо противоположное — в качестве среды, имитирующей мышечную ткань, чтобы оценить эффект от попадания пули при разработке нового оружия.



содержание ^{14}C в воздухе. Поэтому при использовании радиоуглеродного метода делают поправки по калибровочному графику, который учитывает и природные, и антропогенные факторы.

Очень серьезную проблему представляет загрязнение анализируемого образца. Случайное попадание «старого» углерода в «современный» не так опасно, но, если в старый образец, где содержание радиоуглерода уменьшилось, скажем, в 100 раз, попадет хотя бы 1% примеси «современного» углерода, общее количество ^{14}C в образце удвоится, что приведет к ошибке в 5700 лет.

С подобными «загрязнениями» исследуемых объектов приходится иметь дело довольно часто. Например, в штате Орегон (США), в местности Форт-Рок, есть пещера, при обследовании которой нашли 300 пар древней обуви. Археологи решили для лучшей сохранности покрыть их слоем шеллачного лака. К счастью, для шести пар лака не хватило, и они остались пригодными для определения возраста радиоуглеродным методом, в отличие от остальных 294 пар — «свежий» ^{14}C в лаке смазал бы всю картину.

По поводу этой обуви уместно привести цитату из нобелевской лекции Либби:

«Мы многое узнали о жизни древнего человека. Например, во времена вавилонского царя Хаммурапи уже был точный календарь, но мы не знаем в точности, как этот календарь связан с нашим. Поэтому были проведены тщательные измерения возраста дома, построенного около 4000 лет назад. (...) Образец

древесины представлял собой брус с крыши дома в Ниппуре; для этого дома имелась ясная и четкая дата по календарю Хаммурапи. Были проведены тщательные измерения, причем суммарное их время составляло три месяца. В результате был получен однозначный ответ относительно соотношения современного календаря с вавилонским».

Со времен Либби были проведены тысячи измерений радиоуглеродным методом. Случались и курьезы. Когда с помощью радиоуглеродного метода попытались определить возраст травы, растущей возле шоссе с оживленным движением, оказалось, что траве много тысяч лет. Трава усваивала углекислый газ, источником которого в значительной степени были выхлопные газы автомобилей. Эти газы получались при сгорании бензина, бензин был получен из нефти, нефть же образовалась миллионы лет назад, и нуклид ^{14}C в ней не сохранился. Вот почему содержание ^{14}C в придорожной траве оказалось сильно заниженным.

Научные интересы Либби были весьма разносторонними. После ухода из Комиссии по ядерной энергии в 1959 году он работал на химическом факультете Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, через три года был назначен директором Института геофизики и физики планет. В сфере его интересов было множество разных тем: геохимия, проблема атмосферы планет, исследование лунной поверхности, контроль над состоянием окружающей среды, защита от землетрясений и другие. Умер Либби в 1980 году — от пневмонии и тромба в легком.

И.А.Леенсон

Международная выставка
химической промышленности и науки



ХИМИЯ+



ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ



ХИМ-ЛАБ-АНАЛИТ



ХИММАШ. НАСОСЫ

21–24
ОКТЯБРЯ
2014

12+

www.chemistry-expo.ru

www.ica-expo.ru

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >

Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

При официальной поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Торгово-промышленной палаты РФ
- Российского Союза химиков
- ОАО «НИИТЭХИМ»
- Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
- Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова



Реклама