

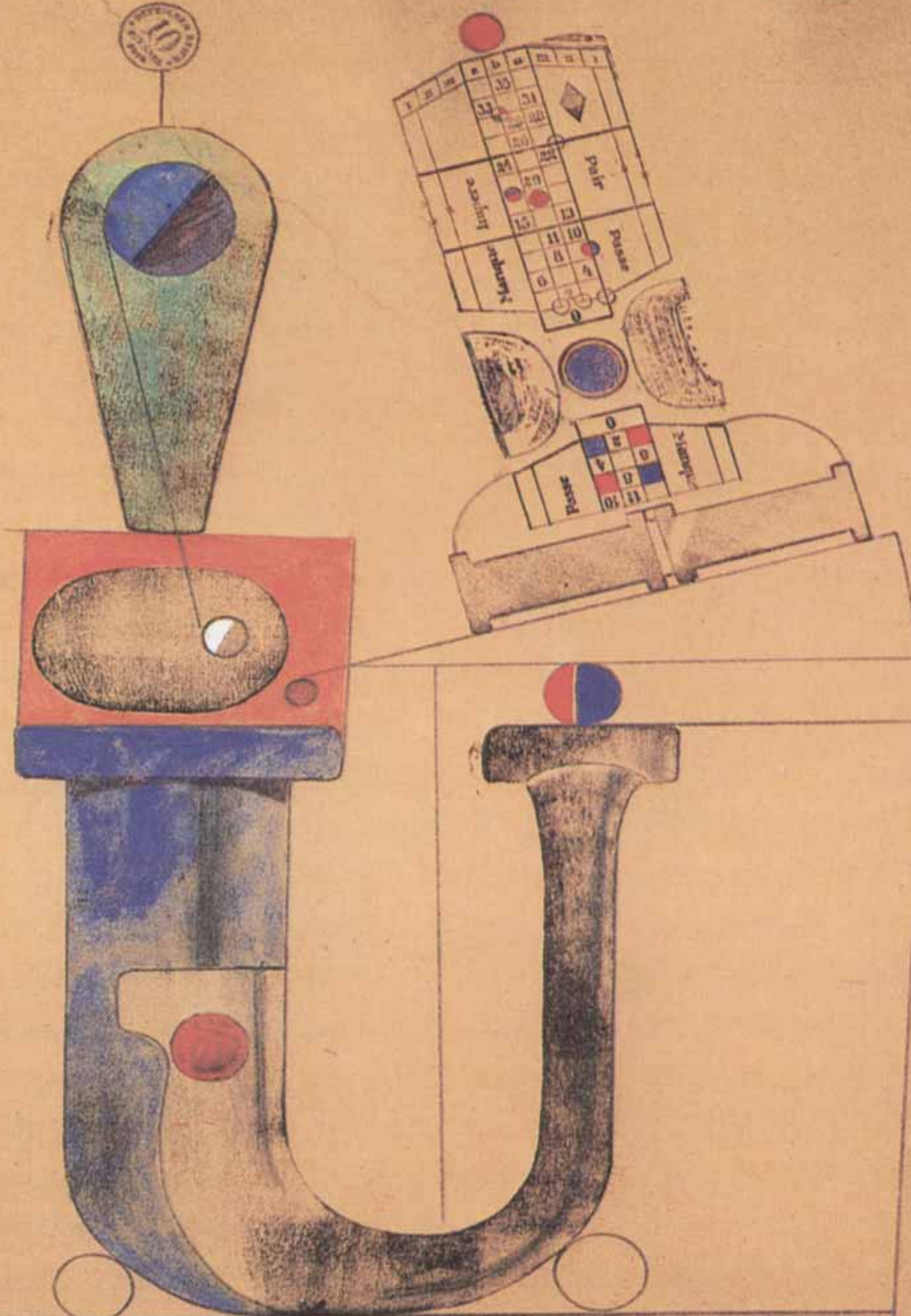


К

9
2008

СНЗМЖ И ВМММХ



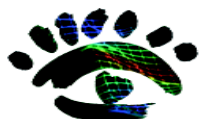




Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

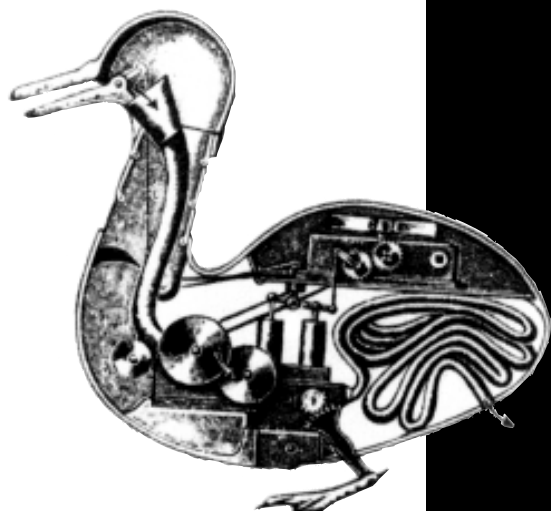
6
2008

*Не путай нелогичное
с невозможным.
Принцип Стайнера*



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Макса Эрнста *Chilispaterlein*. Желание
связать мир человека и техники с окружающим
иногда приводит к неожиданным результатам.
Об этом читайте в статье «Астрология и логика
или шесть вопросов к астрологу».*





Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л. Н. Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е. В. Клещенко
Ответственный секретарь
М. Б. Литвинов
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
Агентство ИнформНаука
О. О. Максименко,
О. А. Мызникова,
О. Б. Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 5.6.2008

Адрес редакции:

125047 Москва, Миусская пл., 9

Телефон для справок:

8(499) 978-87-63

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

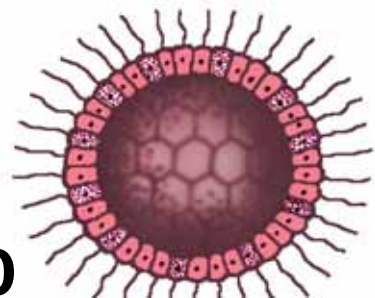
При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь — XXI век»
обязательна.



Это случится 1 августа.
И до 2061 года больше
солнечных затмений
в России не будет.

Химия и жизнь — XXI век

30



Многочелющность — не просто
сумма клеток...

СОБЫТИЕ

С. А. Язев

ЭКРАН ДЛЯ СОЛНЦА 4

РАССЛЕДОВАНИЕ

С. А. Язев

АСТРОЛОГИЯ И ЛОГИКА, ИЛИ ШЕСТЬ ВОПРОСОВ К АСТРОЛОГАМ 10

ИНФОРМНАУКА

СРЕДСТВО ОТ БЛИЗОРУКОСТИ — В ГЛАЗУ 16

ГЕНЕТИКА ЖЕНСКОЙ АГРЕССИВНОСТИ 16

ДРЕВНИЕ БАКТЕРИИ УСТОЙЧИВЫ К АНТИБИОТИКАМ 17

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е. Клещенко

ГМО НА СВОБОДЕ 18

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

О. Травникова

ОБ ЭЛЕКТРОНАХ ДЛЯ ПЧЕЛОВОДОВ 22

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Т. А. Зубкова, Л. О. Карпачевский

КАТАЛИЗАТОРЫ В ПОЧВЕ 26

ГИПОТЕЗЫ

Ю. П. Фролов

У ИСТОКОВ МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ 30

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Н. Л. Резник

МОЗГ ИЩЕТ ХОЗЯИНА 34

ИНФОРМНАУКА

КАК ПОЛЕТЕЛИ ПТИЦЫ 37

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

А. Мотыляев

ДРАКОН ИЗ СЕМЕЙСТВА ЛОНГИСКВАМИД 38

ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

С. М. Комаров

КАК НАМ ОБУСТРОИТЬ СОЧИ? 42



34

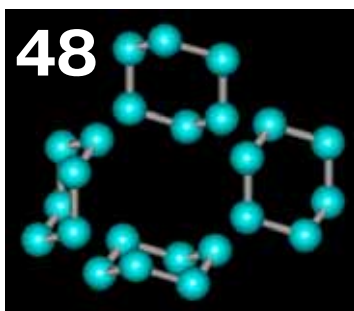
Тот, кому принадлежал этот мозг, обладал неплохим слухом, отличным обонянием, вел ночной образ жизни и, возможно, умел летать.

38



В ходе эволюции драконов крылья получились не из лап.

48



Можно ли гидрировать алмаз?

В номере

10

РАССЛЕДОВАНИЕ

Идея астрологии заключается в том, что положения планет, Солнца и Луны относительно созвездий в момент рождения человека влияют на его судьбу. Но какова природа этого воздействия? Почему учитывается воздействие Плутона, но не учитываются нейтронные звезды и черные дыры? Слишком много вопросов...

16, 56

ИНФОРМНАУКА

Про человеческий ген пониженной агрессивности, про то, как морской лед дышит углекислотой, а болота метаном, и про бутылки, растворимые в воде.

18

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Всех волнует ГМ-соя, а ГМ-бактерии и ГМ-комары почему-то привлекают мало внимания. А между прочим, пора бы разобраться, кого можно выпускать из лаборатории в природу, а кого нельзя.

42

ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

У греков олимпиады были не только состязанием атлетов: перед собравшимися выступали поэты и философы. Современный спорт — это состязание высоких технологий: здесь и водородные автомобили, и хитроумные устройства, которые прокладывают снежную трассу в зеленой траве... Станет ли сочинская Олимпиада-2014 ступенькой в будущее?

52

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Уоллес Карозерс, сын учителя из штата Айова, в 19 лет возглавил химическое отделение колледжа, в 25 — стал магистром. В 1927 году его «переманила» из Гарвардского университета химическая корпорация «Дюпон де Немур». Так началась эра нейлона.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

М.Ю.Корнилов
ПЕРГИДРОГРАФИТ, ПЕРГИДРОАЛМАЗ... 48

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

И.А.Леенсон
НАЙЛОН И КАРОЗЕРС, МИФ И ПРАВДА... 52

ИНФОРМНАУКА

АРКТИЧЕСКИЙ ЛЕД И УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ... 56
МЕТАН В АТМОСФЕРЕ В ПРОШЛОМ И БУДУЩЕМ... 56
БУТЫЛКИ В РАЗНЫХ ВОДАХ... 57

СОБЫТИЕ

М.Литвинов
ЭКСПЕРИМЕНТАТОРЫ... 58

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

М.Ю.Корнилов
ХИМИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ... 60

ФАНТАСТИКА

Юрий Юрт
ВЕЛИКИЙ УЖАС С ПЛАНЕТЫ ПЕСКОВ... 62

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Л.Викторова
КЛУБНИКА... 68

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Е.Котина
ДВОЕ УМНЫХ, А ТРЕТИЙ... 72

ИНФОРМАЦИЯ	33, 61, 67	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	24	ПИШУТ, ЧТО...	70
		ПЕРЕПИСКА	72



Художник Е. Станикова

Экран для Солнца

Кандидат
физико-математических наук,
директор астрономической обсерватории
Иркутского госуниверситета
С.А.Язев



СОБЫТИЕ

1 августа 2008 года в России будет наблюдаться полное солнечное затмение – последнее в стране до 2061 года. Полоса пройдет через Западную Сибирь и Алтай. В полосу попадают Горно-Алтайск, Бийск, Нижневартовск и город-миллионник Новосибирск. Гостиницы Новосибирска бронировались еще с прошлого года, сюда устремляются наблюдатели со всего мира и всей России. Пожелаем им ясной погоды и удачных наблюдений! И не будем бояться конца света. Если он когда-нибудь и произойдет, то уж точно не из-за затмения – это можно гарантировать.

Наблюдая катастрофу

...И вот тогда вы начинаете чувствовать что-то необычное. Вы наконец замечаете, как неумолимо изменилось дневное освещение: словно солнце вдруг оказалось низко над горизонтом, хотя оно по-прежнему продолжает сиять высоко в небе!

Еле заметные изменения становятся все ощутимее. Впечатление такое, как будто кто-то плавно поворачивает регулятор и солнце угасает на глазах. Уменьшается рассеянный свет; теряя голубизну, быстро сереет ясное небо. Откуда-то налетает холодный ветерок. Вы поднимаете лицо к небу и вдруг чувствуете, что солнце почти не греет!

Все контрастнее становятся тени. Взглянув внимательно на тень стоящего рядом дерева, вы с удивлением (близким к ужасу) обнаруживаете, что пятна солнечного света, прорывающиеся на землю сквозь листву, приобрели форму узких серпиков.

Небо продолжает темнеть. Воцаряется необычная тишина. Вы уже не можете оторвать глаз от небосвода. Яркое солнце на темнеющем фоне вдруг съеживается, тускнеет, стягивается в ослепительно яркий сполох, который уменьшается на глазах, стремительно сокращается, превращаясь в странную, изогнутую серпом малиновую полоску, посередине которой, как бриллиант, светится быстро угасающая белая точка.

Это зрелище поражает. Солнце неумолимо превращается в страшный, абсолютно черный круг. Этот круг охвачен перламутрово-седым, мертвенно-бледным ореолом, коронной окружающим черное солнце. Косматая седая корона протягивается далеко во все стороны, нависая над вами. В этом странном, нереальном свечении видны тонкие нити, длинные ажурные лучи и изогнутые пряди. Величественная красота этого сложного кружева, которым, кажется, можно любоваться вечно, поражает воображение. А вокруг на почерневшем небе, там, где постепенно сходит на нет мрачное серебристое сияние протяженных корональных лучей, вы различаете отдельные яркие звезды...

Горизонт тоже охвачен слабым свечением, но это не привычная заря! Странным желто-лимонным цветом окрашено зарево по всему горизонту... А вокруг затмившегося солнца, по контуру черного круга светятся малиновым цветом причудливые выступы протуберанцев, хорошо заметные на матово-серебряном фоне короны.

Но вот на краю черного диска ослепительным блеском снова вспыхивает белая точка, которая быстро вытягивается в полоску вдоль контура круга, превращаясь в удлиняющийся серп. Вы зажмуриваетесь и понимаете, что катастрофа миновала. Яркость серпа стремительно нарастает, на него уже невозможно смотреть. Быстро светлеет небосвод, исчезают звезды, небо снова становится серо-голубым. Солнце на глазах возвращает себе былую силу. Вы вздыхаете с сожалением и тут же понимаете, что забыть увиденное не сможете уже никогда...

По Солнцу – из луков и ружей

Величественная картина полных солнечных затмений испокон веков поражала людей. В прошлом, когда причина кратковременных исчезновений дневного светила была неизвестна, предлагались разнообразные мифологические объяснения. У многих народов всерьез принимали идею пожирания Солнца разнообразными чудовищами (демонами, ведьмами и т. д.). И даже широко применяли доступные методы отпугивания солнцеедных монстров: следовало что было силы кричать, стучать, звенеть и греметь. Этот старинный способ оказался очень эффективным: обычно через две-три минуты Солнце вырывалось на свободу.

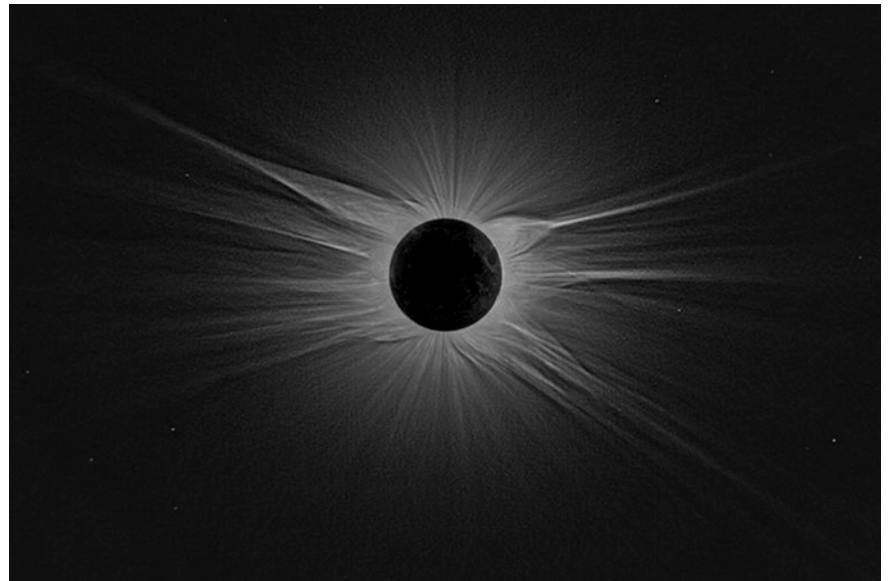
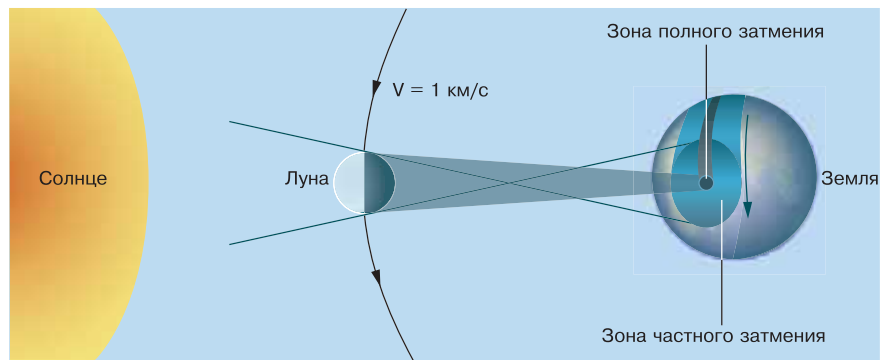
Посмеиваться свысока над таким поведением не стоит: еще совсем недавно (век назад) подобным образом вели себя на нашей планете очень многие. Во время затмения 1887 года в Турции, например, стреляли в небо из ружей, стремясь прогнать шайтана, напавшего на светило. В том же XIX веке описаны трогательные попытки североамериканских индейцев из Онтарио и Миннесоты зажечь угасшее Солнце заново, стреляя в него подожженными стрелами. «Петербургская газета» так описала реакцию наших соотечественников во время затмения 19 августа 1887 года в окрестностях города Клина: «Толпа бросилась бежать порознь и кучами... Вся масса бежала не назад, на станцию или в город, домой, а, напротив, прямо в поле... Тяжелое удручающее впечатление производило на постороннего зрителя это молчаливое беспомощное бегство».

История также изобилует описаниями влияний полных затмений на судьбы народов. Похоже, что затмение 17 мая 1185 года, ознаменовавшее начало похода князя Игоря на половцев, деморализовало его дружину настолько, что поражение было предопределено.

Самое замечательное, что причина солнечных затмений известна человеку уже два тысячелетия. Еще великий Аристотель приводил веские аргументы в пользу того, что во время затмений Солнце загорожено Луной. Из наблюдений древнеегипетских жрецов следовало, что солнечные затмения происходят только во время новолуний, то есть в тот момент, когда Луна повернута к Земле неосвещенной стороной. Это может быть лишь в том случае, если Луна окажется точно между Солнцем и Землей. Таким образом, для просвещенных людей затмения уже две тысячи лет назад представлялись впечатляющими, но вполне естественными.



Полоса затмения 1 августа 2008 года в России пройдет через Западную Сибирь и Алтай



На снимке — комбинированное изображение короны, выполненное на основе нескольких сотен снимков затмения 29 марта 2006 года. Авторы — В.К.Хондырев и Э.В.Кононович, ГАИШ МГУ. Впервые картина на снимке близка к тому, что видит человек на небе невооруженным глазом



Корона, наблюдавшаяся при затмении 29 марта 2006 г. Снимок сделан во время экспедиции ИСЗФ СО РАН, пик Терскол

ми и даже предсказуемыми природными явлениями. Еще в Древнем Египте знали о закономерности, с которой повторяются затмения, и умели рассчитывать даты этих событий. «Понеже когда люди про то ведают прежде, то не есть уже чудо», — писал о затмении 12 мая 1706 года Петр I.

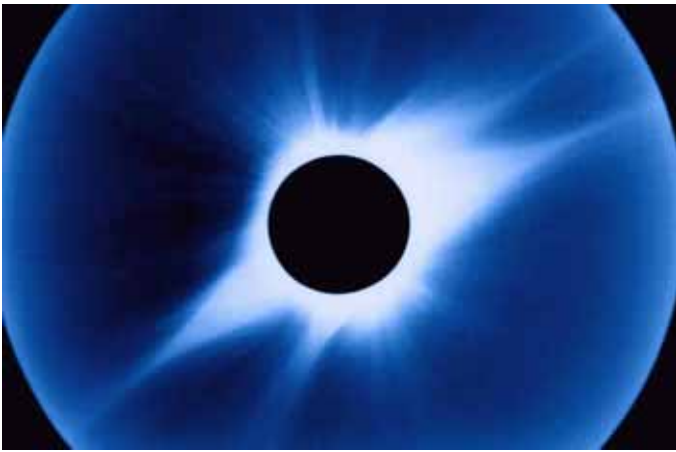
Астрологи же и по сей день почему-то связывают с затмениями всяческие несчастья. Воистину, невежество — самое распространенное явление на Земле, как говорил еще Вольтер. Летом 1999 года в Улан-Удэ покончила с собой 15-летняя девочка, поверившая рассказам СМИ о грядущем конце света, якобы предсказанном еще Нострадамусом, в связи с затмением 11 августа. Она не хотела присутствовать при столь страшном событии.

Есть и противоположные примеры. Румыния, через которую проходила полоса того же самого затмения 1999 года,

развернула мощную пропаганду, чтобы привлечь туристов со всего мира. «Румыния — страна затмения!», «Бухарест — город затмения!» Эти лозунги были повсюду — на телевидении и радио, на уличных баннерах и на этикетках прохладительных напитков. На главной площади Бухареста вечером после затмения пел Лучано Паваротти. Никто в Румынии не боялся конца света. Скорее, наоборот — можно было подумать, что затмение организовано румынским правительством...

Затмения — частные, полные, кольцеобразные

Астрономы подразделяют солнечные затмения на три типа. Первый, самый распространенный — это частные затмения. Во время таких затмений Луна загораживает Солнце



Затмение 11 июля 1991 года. Снимок сделан со специальным фильтром переменной плотности

не полностью. Вокруг может слегка потемнеть, но заметить это трудно: оставшаяся часть светила продолжает сиять так ярко, что освещенность убывает незначительно. На оставшуюся часть солнечного диска смотреть без фильтров по-прежнему нельзя, поэтому можно даже не заметить, что дневное светило на пару часов приобретало вид серпа.

Второй, самый интересный тип затмений – полные затмения. Они происходят благодаря удивительному совпадению: Луна в 400 раз меньше Солнца, но зато и в 400 раз ближе к нам. Поэтому угловые размеры двух небесных тел на небе практически совпадают. В результате Луна может иногда закрывать нам Солнце, словно специально изготовленный, подогнанный по размеру круглый экран. На Землю опускается тьма, и на темном небе становятся видны верхние слои солнечной атмосферы, очень разреженные, но при этом чрезвычайно горячие (так называемая солнечная корона). Без затмения корона не видна: голубое дневное небо светит ярче короны. Чтобы ее увидеть, нужно полностью загородить (Луной) сияющий диск Солнца.

Третий, достаточно редкий тип затмений – кольцеобразные затмения. И Земля, и Луна двигаются по эллиптическим орбитам, а не по окружностям. Когда затмение происходит в период максимального удаления от нас Луны и минимального удаления нас от Солнца, выходит, что удалившаяся Луна не в состоянии полностью загородить приблизившееся Солнце. Крайя Солнца в таких случаях выглядывают из-за лунного диска! Темно при этом не становится, и корона не видна, поскольку не закрытые Луной края солнечного диска продолжают сиять достаточно сильно. Солнце на слегка потемневшем небе выглядит при этом как яркое кольцо.

Заметим, что упомянутое выше удивительное совпадение угловых размеров светил приходится именно на эпоху существования человечества. Когда-то в древности, больше миллиарда лет назад, Луна была гораздо ближе к Земле. Огромный диск нашего спутника загораживал во время затмений не только Солнце, но и значительную часть его короны – картина затмений была гораздо менее интересной. Кольцеобразных же затмений не было совсем.

Интересно, что наши далекие потомки через миллионы лет также не смогут наблюдать полных затмений! Медленное удаление Луны от Земли постепенно делает все более редкими полные затмения и все более частыми – кольцеобразные. Придет время, когда в астрономических календарях останутся только кольцеобразные и частные затмения. Корону снова будет невозможно увидеть...

Итак, теперь мы знаем, почему бывают затмения и какими они бывают. Но как часто происходят эти удивительные явления и чем объясняется их частота?



Фазы Луны, включая новолуния, повторяются каждые 29,5 суток. Но если Солнце, Луна и Земля раз в месяц оказываются на одной прямой, то можно было бы ожидать ежемесячных затмений. Однако наш опыт показывает, что это не так: затмения – явление нередкое, но все-таки не настолько же! В чем же дело?

Уже давно выяснилось, что плоскости орбит Земли (вращающейся вокруг Солнца) и Луны (вращающейся вокруг Земли) не совпадают. Различие невелико – около 5 градусов, но именно оно не позволяет затмениям случаться каждое новолуние. Чаще всего оказывается, что во время новолуния Луна находится либо выше, либо ниже орбиты Земли. В итоге лунная тень падает мимо нашей планеты, и затмение не происходит. Отсюда вывод: для того чтобы произошло солнечное затмение, нужно, чтобы во время новолуния Луна оказалась вблизи пересечения плоскостей орбит Земли и Луны (так называемых узлов орбиты).

Каждые полгода Луна приближается к одному из узлов. В результате ежегодно бывает два сезона затмений. Сезоны продолжаются по 34 дня вблизи момента прохождения Луной каждого из узлов. Понятно, что как минимум два новолуния в эти интервалы попадут обязательно, а это означает, что по меньшей мере пару солнечных затмений в год природа гарантирует. В редкие годы число солнечных затмений может достигнуть пяти.

Здесь надо оговориться. Как правило, наблюдаются частные затмения, которые малоинтересны. Чтобы состоялось полное затмение, нужно, чтобы в момент новолуния Солнце и Луна находились не далее чем в 11,5 градусах от узла. Два соответствующих периода в течение года продолжают уже не по 34, а всего по 22 дня. Новолуние в такой период может и не попасть, а это означает, что бывают годы и без полных солнечных затмений. Так, например, в XX веке было только 75 полных затмений. Но хотя бы раз в год (или иногда в два) полное солнечное затмение должно непременно произойти.

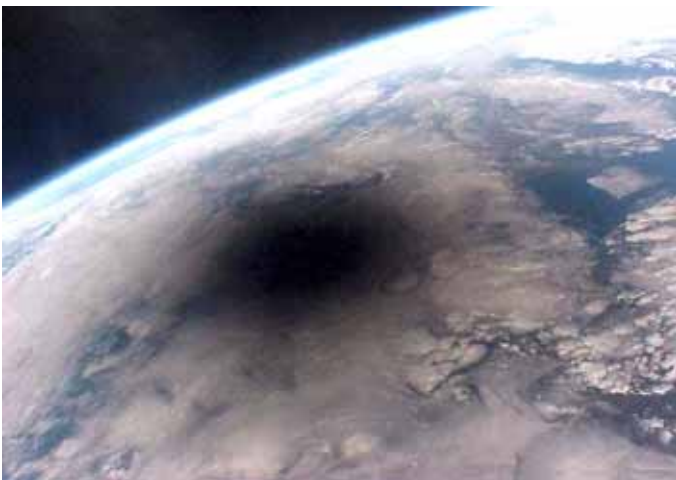
Один раз в 200–300 лет

Очевидно, что движения Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли – это периодические процессы. Нетрудно догадаться, что взаимные положения этих небесных тел должны периодически повторяться, так же, как и затмения. Эта периодичность была обнаружена еще в древности. Оказалось, что последовательность солнечных затмений повторяется через 18 лет 11 и 1/3 суток. Этот период называется древнеегипетским словом «сарос», что означает «повторение». В течение сароса происходит 41 солнечное затмение, из которых обычно около 10 – полные. Затем начинается новый сарос, и цикл воспроизводится заново.

Если бы сарос включал в себя точное число суток, каждое затмение наблюдалось бы ровно через сарос точно на том же месте, где оно происходило восемнадцать с лишним лет назад. Но Земля каждый раз оказывается немного по-другому сориентированной по отношению к солнечным



Башня коронографа, позволяющего наблюдать корону Солнца без затмения. Саянская солнечная обсерватория Института солнечно-земной физики СО РАН, высота 2000 м над уровнем моря



Тень Луны на земной поверхности во время полного солнечного затмения. Снимок сделан с борта Международной космической станции

лучам, поскольку она еще и довольно быстро вращается вокруг своей оси. Поэтому каждое затмение сарос спустя наблюдается со сдвигом примерно в 120 градусов по долготе. Например, 31 июля 1981 года тень Луны пробежала по северу Сибири, а через сарос, 11 августа 1999 года, полоса затмения прошла через Европу.

Луна летит вокруг Земли со скоростью 1 километр в секунду, примерно с такой же скоростью скользит по поверхности Земли лунная тень во время полного затмения.

Ширина полосы обычно составляет 200–300 километров, длина – несколько тысяч километров. В результате получается, что площадь, с которой можно наблюдать данное затмение, составляет всего около 0,5% всей поверхности зем-

ного шара. В каждой точке Земли полные затмения повторяются в среднем один раз в 200–300 лет.

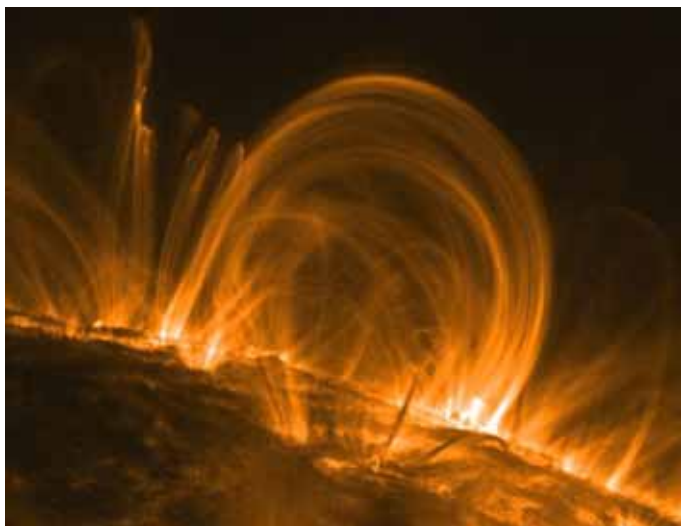
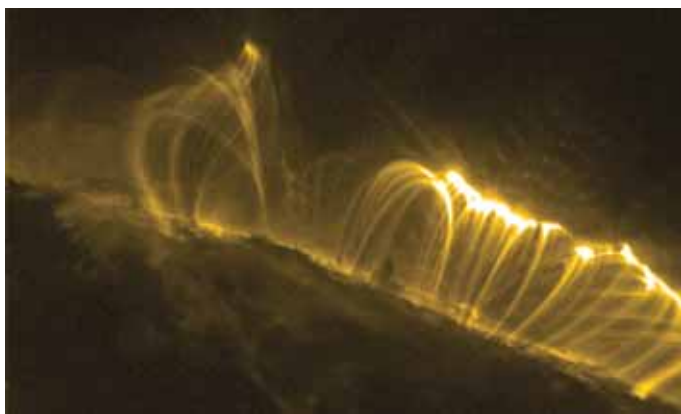
Потому-то полные затмения и кажутся такими редкими! Чтобы их увидеть, нужно колесить по всей Земле. Такие фанаты есть. К их числу относится, например, американец Джей Пасашофф, наблюдавший 26 полных затмений...

Как наблюдать затмение?

Читая публикации в СМИ, порой можно подумать, что смотреть невооруженным глазом на Солнце во время затмения нельзя, потому что именно в это время Солнце становится особенно опасным. Это неправда. На Солнце смотреть нельзя никогда – слишком уже яркий это источник света, способный всерьез повредить зрение. Просто обычно никому не приходит в голову смотреть на Солнце, а вот во время затмения – другое дело. Но даже во время частного затмения выглядывающий из-за Луны серп Солнца светит столь ярко, что по-прежнему опасен для глаз. Смотреть без фильтров можно только на полное затмение, буквально за минуту до начала полной фазы.

Частные фазы традиционно рекомендуют смотреть сквозь закопченное стекло. Но где коптить стекла в цивилизованном XXI веке? Обычные темные очки не годятся – они недостаточно ослабляют солнечный свет. Можно воспользоваться, например, уходящей в прошлое дискетой: если вы отодвинете в сторону металлическую планку на дискете и откроете в ней окошко, смотреть можно будет сквозь полупрозрачный диск. В принципе можно смотреть даже сквозь обычный компакт-диск: он пропускает солнечные лучи. Можно в качестве фильтра использовать кусок засвеченной и проявленной фотопленки.

Если же вы хотите сделать на память фотографии полного затмения, то это потребует специальной подготовки. Полезно заранее потренироваться на съемках Луны в полнолуние. Яркость Луны приблизительно соответствует яркости короны, и, если снимки Луны вам удалось, есть шан-



*Петли магнитного поля удерживают плазму высоко в короне.
Снимок космического аппарата TRACE*

сы, что получатся и снимки затмения. Но лучше всего, конечно, не тратить драгоценные секунды на возню с техникой в наступившей темноте, а смотреть невооруженным глазом. Динамический диапазон глаза гораздо выше, чем у любого фотоаппарата, и это значит, что вы увидите далеко уходящие от Солнца структуры короны, которые на снимках удастся получить только с помощью профессиональных изоциранных приемов. Фотоаппарат или видеокамера должны быть установлены на штативе, и вы должны работать с ними на ощупь, глядя при этом без всякой оптики на затмившееся Солнце.

Кому это надо?

На протяжении многих лет наблюдения полных солнечных затмений были источником бесценной научной информации. Определение точных моментов начала и конца затмений помогало уточнить теорию движения Луны. Съемки затмений были единственным способом изучения структуры солнечной короны. Фотографии, полученные с помощью поляризационной оптики, позволяли определить степень поляризации света в короне, которая несет в себе данные о физических условиях, царящих там, — например, о плотности вещества и свойствах магнитного поля на этих высотах. Дело в том, что белое свечение короны, как теперь выяснилось, порождено рассеянием приходящего от Солнца света на свободных электронах, присутствующих в короне. Степень поляризации света позволяет определить относительное число частиц на различных расстояниях от Солнца и найти распределение плотности вещества в короне. Но потоки электронов управляются магнитными по-

лями: электроны движутся только вдоль силовых линий поля. Выходит, что структура короны отражает конфигурацию магнитных полей, которая сказывается на способности потоков частиц рассеивать свет, а значит — на степени его поляризации.

Спектральные наблюдения могли дать информацию о наличии или отсутствии тех или иных химических элементов в атмосфере Солнца на корональных высотах. Оказалось, что атомы здесь те же, что и на «поверхности» Солнца — его фотосфере, но только все атомы здесь ионизованы. Например, у многих атомов железа, кальция, никеля, аргона «оторваны» от 9 до 15 электронов. Это означает, что температура в короне чудовищно высока — выше миллиона градусов, зато плотность вещества очень низкая.

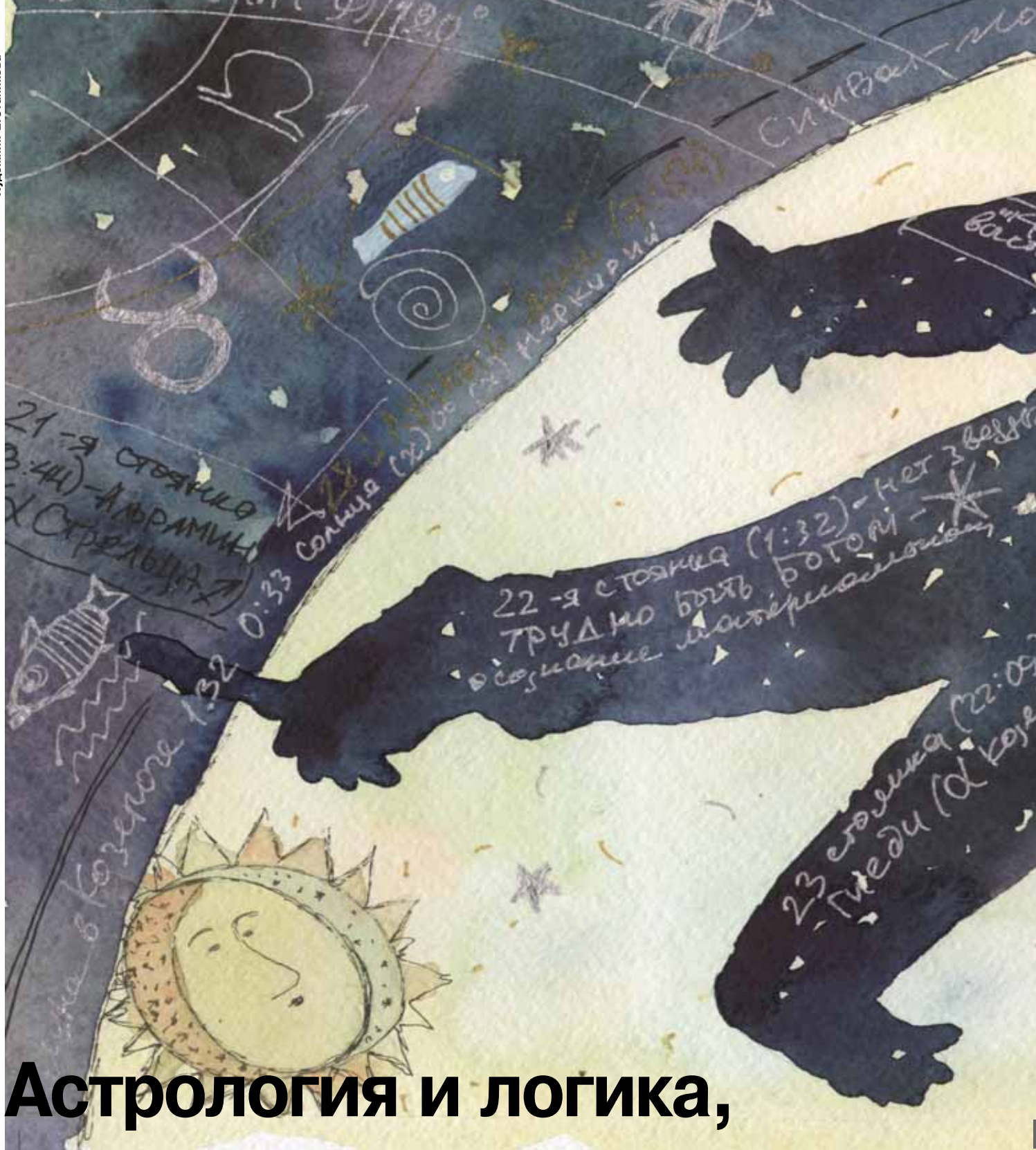
Именно затменные наблюдения позволили сделать вывод о том, что корона — это атмосфера Солнца, а не Луны. Наблюдения затмения в 1919 году позволили впервые подтвердить предсказания молодой теории относительности: луч света вблизи больших масс искривляется!

Краткие моменты полных затмений давали гигантские объемы новых данных. Потому-то научные экспедиции, преодолевая огромные расстояния, стремились попасть в полосу затмения. Потому-то Дмитрий Иванович Менделеев поднимался на трехкилометровую высоту на отсыревшем после дождя военном водородном аэростате «Русский» для наблюдения затмения 19 августа 1887 года. Потому-то выдающийся исследователь затмений Серж Кучми уже в наше время использовал для наблюдения затмения самолет «Конкорд», летевший вдоль полосы вслед за лунной тенью...

Что же сегодня? На космических аппаратах, исследующих Солнце, стоят камеры, которые непрерывно наблюдают корону в свете разных спектральных линий и в более широких диапазонах... Другое дело, что на этих снимках не видна нижняя корона: диск Солнца с запасом закрыт непрозрачной маской, чтобы яркое светило не повредило регистрирующие сенсоры. Получается, что нижнюю корону в белом свете можно по-прежнему увидеть только во время полного затмения.

Теперь нужно раскрыть страшную тайну. Сегодня наблюдения полных солнечных затмений уже не могут дать какую-то принципиально новую информацию — прежде всего из-за конкуренции со стороны космических аппаратов. Можно ставить (они и ставятся!) отдельные частные научные задачи, но в принципе наблюдения затмений сегодня для науки куда менее информативны, чем в былые времена. Однако ученые и примкнувшие к ним многочисленные фанаты затмений продолжают наблюдать эти великолепные природные явления. И хорошо. Летчик должен летать, а астроном должен наблюдать. Астроном, игнорирующий солнечное затмение, — это не настоящий астроном. В Древнем Китае двум императорским астрономам, пропустившим затмение, говорят, отрубили головы.





Астрология и логика,

или Шесть вопросов к астрологам

Кандидат
физико-математических
наук

С.А. Язев

Астрология пользуется популярностью и, несомненно, занимает важное место в нашем сознании. При этом есть люди, придерживающиеся полярных позиций по отношению к этому феномену: кто-то истово верит в астрологию, кто-то не менее яростно ее опровергает.

Ясно, что проблема есть, и неплохо бы в ней разобраться. Можно ли вообще называть астрологию наукой? Какова ее концепция? Что у нас получится, если к анализу астрологии мы применим правила научного метода, рассмотренные в прошлом выпуске журнала («Химия и жизнь», 2008, № 5)? Почему некоторые ученые так резко критикуют астрологию? Какие доводы есть у ее приверженцев?

Займемся рассмотрением этих вопросов.



РАССЛЕДОВАНИЕ

В чем смысл астрологии?

Если говорить кратко, все сводится к следующему. Известно, что Солнце, Луна и планеты Солнечной системы заметно перемещаются по небу на фоне некоторых созвездий, которые традиционно называют зодиакальными. Некоторые планеты при этом движутся на фоне звезд сложным образом, меняя «прямое» направление движения на «обратное» и описывая таким образом своеобразные петли. От дня ко дню смещение планет невелики, но за недели и месяцы перемещения некоторых из них становятся значительными и вполне заметными.

Идея астрологии заключается в том, что положение планет, Солнца и Луны относительно конкретных созвездий в момент рождения человека влияет на его судьбу. Поэтому, анализируя расположение светил в нужный момент, можно сказать о человеке многое, включая его характер, склонности, предрасположенность к тем или иным болезням и т. д. Более того, можно сказать о наиболее вероятных поворотах его судьбы на протяжении всей жизни. Считается, что каждая планета, находясь на фоне того или иного созвездия, влияет на судьбу вполне определенным образом. Суммарное воздействие всех

рассматриваемых планет дает некий результат, который может вычислить «опытный» астролог. Что касается алгоритма анализа расположения светил, то он появился очень давно и принципиально не менялся на протяжении последних двух тысяч лет.

Существует более мягкий вариант концепции. Речь идет о том, что положение планет не влияет на судьбу человека, но указывает на нее, подобно тому, как перемещение стрелок часов не вызывает наступления вечера, но напоминает об этом. Такой версии, впрочем, придерживаются далеко не все астрологи. Большинство настаивает на прямом воздействии светил. Однако в обоих случаях имеется в виду, что Вселенная – это единая самосогласованная система и судьбы отдельных людей (а в наше время говорят о судьбах фирм, самолетов, городов, стран) каким-то непостижимым образом связаны с перемещениями небесных светил.

Процедура составления астрологических прогнозов сопряжена с довольно сложными математическими построениями. Прежде всего надо, разумеется, знать положение на звездном небе всех светил, влияние которых предполагается учесть. Раньше это требовало довольно сложных расчетов, что объединяло астрономию и астрологию. В наше время существуют совершенные и доступные компьютерные программы, которые позволяют в считанные секунды определить положения светил на небе в нужный момент времени. Это, так сказать, астрономическая часть составления прогноза. Дальше начинается собственно астрология.

Давно замечено, что пять видимых простым глазом (без биноклей и телескопов) планет, а также Солнце и Луна перемещаются не как попало, а вдоль некоего круга, пересекающего на небе двенадцать созвездий. Строго говоря, на этом круге их тринадцать, но при первом рассмотрении это не очень существенно. Со времен древних греков созвездия называются зодиакальными. Названия созвездий преимущественно обозначают животных – например, Овен, Скорпион, Рыбы, Телец, Рак. Само слово «зодиак» по-гречески означает «круг животных», «звериный круг».

Астрологи разбили пояс зодиака на двенадцать равных частей и каждую часть протяженностью в 30 градусов назвали знаком зодиака. Их названия такие же, как у зодиакальных созвездий (Весы, Рыбы и т. п.).

Можно добавить, что не стоит слишком преувеличивать само понятие «созвездие». Под созвездием понимается участок неба в пределах определенных границ. Границы можно провести, как кому вздумается, и долгое время в разных странах так оно и было. Так, Птолемей выделял на небе 48 созвездий, а монголы в XIX веке – 237. Строго говоря, можно было разбить небо на сто созвездий, а можно было на два – все зависело только от желания и удобства.

В 1922 году комиссия квалифицированных экспертов Международного астрономического союза предложила установить единую мировую систему созвездий. Небосвод был поделен на 88 участков (созвездий), а в справочники всего мира были занесены согласованные названия. Для списка созвездий, лежащих в плоскости земной орбиты (их оказалось, по новому раскладу, 13 штук), были сохранены исторически сложившиеся названия двенадцати зодиакальных созвездий плюс название тринадцатого созвездия – Змееносец. То, что все планеты, Солнце и Луна перемещаются только на фоне этих 13 созвездий из 88, связано лишь с тем, что Солнечная система оказалась плоской, и при наблюдениях с Земли все указанные светила видны на фоне удаленных звезд, находящихся именно в созвездиях, которые случайно оказались в этой плоскости.

Астрологи делят небо на 12 секторов – так называемые дома. Эти дома охватывают все небо – как его видимое полушарие (над горизонтом), так и невидимое, которое закрыто для наблюдений Землей. Если мы проведем на небе воображаемый круг через точки востока и запада на горизонте, а также через точку у нас над головой – зенит, то на этом круге дома будут представлены как сектора с раствором опять-таки 30 градусов. Астрологи утверждают, что дома управляют разными сторонами жизни человека и даже частями его тела.

Из-за вращения Земли вокруг своей оси, а также из-за перемещения светил и постоянного смещения границ домов относительно знаков зодиака картина непрерывно меняется. Астрология как раз и предлагает рассматривать схему расположения знаков зодиака, домов и светил, если смотреть на небо в конкретный момент времени из конкретной точки на поверхности Земли. Такая схема получила название «гороскоп». Задача астролога – выполнить правильную интерпретацию гороскопа, составленного для конкретного момента и места рождения человека.

Итак, теперь мы в общих чертах представляем себе, что такое астрология. Попробуем проанализировать ее с позиций одного из важнейших правил научного метода – принципа логичности. Всякую ли концепцию астрологии последовательна и логична? Нет ли противоречий?

Оказывается, есть. Можно даже сказать так: вся идея астрологии представляет собой сплошной комок противоречий, о которых сами астрологи стараются не думать. Давайте рассмотрим несколько противоречий, для чего зададим шесть вопросов воображаемым астрологам.

Возможно ли, чтобы каждый день для одной двенадцатой человечества выпадала одинаковая судьба?

Этот вопрос, как и некоторые другие, приведенные ниже, задал член Тихоокеанского астрономического общества США Эндрю Фрэнкной.

Поясним вопрос. В публикуемых астрологических прогнозах (ежедневная астрологическая колонка печатается в более чем 1200 американских газетах) информация зависит только от вашего знака зодиака. Если вы Овен, вы читаете про себя то, что относится к прогнозу для Овнов. К каждому знаку может отнести себя примерно одна двенадцатая часть населения Земли, или пятьсот миллионов человек. Хотелось бы спросить у астрологов: неужели они считают, что каждый день для полумиллиарда человек должен быть одинаковый прогноз? Понятно, что среди пятисот миллионов Овнов на Земле в один и тот же день кто-то родится, кто-то умрет, кто-то женится, кто-то заболит, кто-то вкусно пообедает в Новой Зеландии, а кто-то будет голодать в Эфиопии. Астропрогноз же для них будет один и тот же. А в то же время едва ли у всех пассажиров «Титаника» был на день катастрофы одинаковый астропрогноз?

Конечно, астрологи защищаются. Они говорят, что газетные гороскопы приблизительны, а для точного прогноза нужны более детальные гороскопы, зависящие от точного (до минут и секунд!) времени рождения каждого человека. Об этом мы поговорим чуть ниже. А пока сделаем вывод: по крайней мере, газетные астрологические прогнозы суть полная ерунда, поскольку они предназначены одновременно для сотен миллионов самых разных людей, живущих, а также рождающихся и умирающих под одним и тем же знаком по всему миру.

Почему для астрологии так важен момент рождения?

Многим астрология именно потому и кажется точной наукой, что она использует для своих прогнозов точное время рождения человека – чуть ли не до секунды. Нередко, когда гороскоп не хочет сбываться, астрологи утверждают, что неточность прогноза обусловлена тем, что неизвестен точный момент рождения человека, – как будто несколько секунд или часов кардинально изменят его характер или судьбу.

Много столетий тому назад, когда астрология, собственно, и появилась, считалось, что именно момент рождения и есть момент начала новой жизни. Сегодня мы знаем, что на самом деле новая жизнь начинается значительно раньше – в момент оплодотворения. Что же касается рождения, то это процесс довольно случайный. В зависимости от внешних факторов роды могут начаться раньше или позже, причем разброс по времени может достигать нескольких недель! Мы понимаем, а биологи и врачи это подтверждают, что к моменту рождения младенец уже вполне сформировался в утробе матери. И если он появится на свет на несколько часов (или суток, а тем более минут или секунд) раньше или позже, то вряд ли его личные качества изменятся из-за мифического влияния какой-то планеты.

Каждый из нас не раз имел возможность убедиться, как удивительно проявляются в детях гены родителей. Мы видим, что свойства характера, внешность, темперамент, предрасположенность к тому или иному виду деятельности и многое другое определяются двумя факторами – наследственностью и средой. Кто из нас не замечал, что ребенок «весь в папу» (бабушку, тетку и т. д.). Это кажется нам естественным и хорошо объясняется биологией. Однако в высшей степени странным кажется убеждение астрологов, что характер человека и его судьба будут совершенно иными, если он родится на сутки раньше или позже.

С точки зрения логики имело бы смысл, наверное, рассматривать для составления гороскопов момент зачатия, а не рождения.

Итак, можно сделать вывод, что традиционное составление астрологического прогноза, основанного на моменте рождения, мягко говоря, нелогично.

Каким образом планеты могут влиять на судьбу человека?

Дело в том, что планеты чудовищно удалены от Земли. Самая близкая к нам планета Венера, находясь в беспрепятственном движении вокруг Солнца, никогда не приближается менее чем на 40 миллионов километров. Марс, который в девять раз меньше Земли по массе, лишь изредка подходит к нам на кратчайшее расстояние в 53 миллиона километров – как, например, в августе 2003 года. Остальные планеты Солнечной системы находятся на еще более значительных расстояниях. Непонятная астрологическая сила должна действовать, во-первых, на огромных расстояниях, во-вторых, избирательно: на двух людей планета действует почему-то по-разному, хотя они живут в одинаковых условиях в соседних квартирах. Интересно, откуда планета Сатурн с расстояния больше миллиарда километров «знает», как надо повлиять на каждого из шести миллиардов человек на Земле, если с такого расстояния саму Землю можно рассмотреть только в телескоп.

Но допустим, что так называемая астрологическая сила все-таки существует. Может быть, это какая-то из уже



РАССЛЕДОВАНИЕ

известных физических сил? Сегодня физикам известны четыре типа сил. Первая из них – сила тяготения, или гравитационная, она описывается законом всемирного тяготения. Каждое физическое тело обладает свойством, которое физики называют гравитационной массой, или просто массой. Чем больше масса, тем больше притяжение. В то же время чем дальше массы друг от друга, тем притяжение слабее.

Любой школьник может рассчитать, с какой силой притягивается человек, например, к планете Юпитер. Из-за громадного расстояния до этой планеты сила притяжения к ней мизерна! По сути, нет таких приборов, которые могли бы эту силу зарегистрировать. Можно сказать, что автомобиль на соседней улице притягивает вас к себе куда сильнее, чем Юпитер. Масса у автомобиля, конечно, гораздо меньше, чем у царя планет, но зато автомобиль ближе. Уже упоминавшийся Эндрю Фрэнкной привел такой наглядный пример. Акушер, принимающий ребенка, оказывает на него гравитационное воздействие в шесть раз более сильное, чем Марс. В общем, по всем параметрам сила тяготения никак не годится на роль астрологической силы, влияющей на наши судьбы.

Вторая из известных сил – это сила электромагнитного взаимодействия. Описывается она законом Кулона, также хорошо известным каждому школьнику. Электромагнитная сила, как и гравитационная, быстро убывает с расстоянием (если расстояние вырастет в два раза, сила уменьшится в четыре). Эта сила гораздо мощнее гравитационной, однако возникает она только между электрически заряженными телами. А электрически заряженные тела в нашей Вселенной – большая редкость. Хотя отдельные частицы, содержащиеся в звездах и атмосферах планет, могут нести электрический заряд, но по численности положительные и отрицательные заряды уравновешивают друг друга. Это значит, что все планеты, включая нашу Землю, Марс, Венеру и так далее, в целом электрически нейтральны. А стало быть, никакие электромагнитные силы, которые могли бы влиять на человека со стороны того же Марса, просто не возникают.

Конечно, «продвинутый» астролог может сказать, что, поскольку мы видим на небе Марс, это значит, что лучи света (электромагнитные волны) от Марса попадают на сетчатку глаза. На это можно возразить: Марс сам не светится – он просто отражает мизерную часть падающих на него лучей Солнца. То есть мы видим тот же самый свет, что и солнечный, только гораздо более слабый. Свет далекой автомобильной фары в тысячи раз сильнее света Марса. Было бы очень странно, если бы этот отраженный солнечный свет мог бы почему-то влиять на судьбы людей. Ведь тогда любой предмет на Земле, который мы видим, тоже должен учитываться в гороскопах: если мы видим предмет, значит, на сетчатку глаза попадают лучи света, отраженные предметом, – в точности такие же, как от Марса, только более интенсивные.

Остаются еще две силы. Это так называемые силы ядерного взаимодействия, сильного и слабого. Но вся штука в том, что эти силы работают только на фантастически малых расстояниях, сравнимых с размерами ядра атома. Что уж тут говорить о дистанциях между планетами.

Итак, ни одна из известных на сегодня физических сил не может претендовать на статус астрологической силы. Но если известные силы не могут отвечать за астрологическое влияние, может быть, есть некие неизвестные силы? Астрологи, как правило, на это и ссылаются. Они говорят, что физики зря воображают, будто им известно все на свете, и что астрология как раз и занимается теми воздействиями и влияниями, которые науке пока не по зубам.

Конечно, на это можно возразить, что вначале надо доказать, есть ли вообще эти самые воздействия и влияния. Ведь если их нет, то нет никакого смысла искать соответствующую силу. Предположим пока, что влияние есть. Это значит, что существует некая таинственная астрологическая сила, которую нельзя свести к известным физическим взаимодействиям. Однако анализ показывает, что предположение о существовании такой силы неизбежно ведет к неразрешимым логическим противоречиям. Это можно показать, задав еще несколько трудных для астрологии вопросов.

Почему для составления гороскопов учитывается только влияние планет?

Ответ на этот вопрос понятен каждому астроному. В те времена, когда создавалась астрология, еще не было телескопов. Поэтому планеты, которые двигались на фоне удаленных и казавшихся неподвижными звезд, выглядели странно и загадочно. Их непонятные движения — то прямые, то попятные — наводили на мысль, что они что-то означают, что в этом есть какой-то смысл. Поэтому делали попытки интерпретировать именно движение планет. Ведь никто и предположить не мог в те годы, что помимо планет, с точки зрения астрономии — маленьких и неэнергоемких небесных тел, во Вселенной существуют многообразные космические объекты, размеры и энерговыделение которых порой в триллионы раз превосходят планетные показатели.

Последние десятилетия привели к открытию множества удивительных объектов в космосе. Вспомним, например, о сверхмассивных черных дырах — монстрах, располагающихся в центрах гигантских звездных скоплений. Только в нашей собственной Галактике, куда, помимо Солнца, входит еще примерно 150 миллиардов (а по некоторым оценкам, триллион) звезд, имеется черная дыра массой более двух с половиной миллионов масс Солнца! Такие чудовища обнаружены в центрах уже многих галактик.

Сегодня известны удивительные нейтронные звезды с громадной плотностью. В чайной ложке вещества нейтронной звезды может поместиться масса в сотни миллионов тонн. При этом магнитные поля на поверхности таких звезд могут достигать величин в квадриллионы раз превышающих значение магнитного поля Земли. Обнаружены так называемые квазары — компактные активные ядра галактик, излучающие как сотни миллиардов звезд одновременно, выбрасывающие с гигантскими скоростями струи вещества, которые простираются на миллионы световых лет. Известны явления так называемых сверхновых — колоссальные взрывы звезд, во время которых вещество звезды разлетается в пространстве со скоростью в тысячи километров в секунду, а яр-

кость во время взрыва возрастает в миллионы раз.

По сравнению с этими, громадными по массе и энерговыделению, объектами и явлениями планеты выглядят жалкими и малоинтересными кусочками вещества. Тем не менее астрологи строят свои прогнозы только на основе определения положения планет, совершенно не учитывая возможного влияния квазаров, черных дыр, массивных звезд и т. п. Могут ли быть правильными гороскопы без учета тех объектов, которые по всем параметрам превосходят планеты? Если нет, то все гороскопы, составленные за тысячи лет, можно спокойно выбросить: экзотические объекты Вселенной там не учтены, поскольку астрологи вообще ничего о них не знали.

Если даже предположить, что влияние оказывают почему-то только планеты (а не звезды, квазары и т.п.), что уже выглядит совершенно нелогичным, то гороскопы все равно следует признать неточными.

Во-первых, внешние планеты Солнечной системы открыты сравнительно недавно: Уран — в 1781 году, Нептун — в 1846-м, Плутон — в 1930-м. Астрологи до этого ничего не знали об этих планетах и не учитывали их в гороскопах, следовательно, их прогнозы в прошлом были заведомо неправильными. Но сейчас мы знаем, что Плутон, например, — это самая большая ледяная глыба из так называемого пояса Койпера, находящегося за орбитой Нептуна. Таких глыб (правда, чуть поменьше) за Нептуном открыто уже сотни. Астрономы признали, что Плутон только с большой натяжкой можно назвать планетой. У него, судя по всему, нет ядра, мантии и коры. Но если мы учитываем Плутон в гороскопах, то нужно учитывать и громадное количество таких же по строению тел, плавающих на периферии Солнечной системы в поясе Койпера.

Если же мы учитываем Марс, Меркурий и Луну, то нужно учесть и десятки тысяч малых планет — астероидов, которые вращаются вокруг Солнца точно так же, как и крупные планеты. Дело в том, что многие астероиды устроены так же, как планеты, и отличаются только меньшими размерами (например, Церера и Паллада). Надо заметить, что некоторые нынешние астрологические школы, пытаясь осовременить свою концепцию, начинают учитывать при составлении гороскопов астероиды. Немедленно возникает вопрос: а почему только некоторые, а не все? Уж если астероиды влияют на судьбу, то без полного учета хороший гороскоп не составишь.

Однако, продолжая рассуждать логически, мы приходим к следующему положению. Предположим, что астероиды оказывают-таки на нас астрологическое воздействие. Но что такое астероид? Это глыба из камня и железа. Грубо говоря, то же самое можно сказать и про планеты земной группы — Меркурий, Марс, Венеру, Землю, а также Луну. Если мы считаем, что глыба из камня и железа почему-то должна влиять на судьбу человека, почему мы не учитываем влияние точной такой же глыбы у нас за окном? Я имею в виду обычные горы, холмы, месторождения железной руды и т. п.

Древние астрологи, глядя на движения планет, представления не имели о том, как планеты устроены. Им казалось, что это нечто особенное, небесное, не имеющее ничего общего с нашей земной реальностью. Планеты виделись им как загадочные сверкающие огни на фоне черного неба, непостижимым образом перемещающиеся среди звезд. Теперь, когда земные аппараты исследовали грунт Венеры и Марса, а с Луны доставлены несколько сотен килограммов породы, мы прекрасно понимаем, что никаких принципиальных отличий у Земли и этих планет просто нет. Поэтому приписывание ги-

гантским камням, летающим вокруг Солнца, каких-то особенных свойств, позволяющих им влиять на нашу жизнь, выглядит нелогичным. Я, во всяком случае, не взялся бы объяснять кому-либо, почему его личные успехи в любви и бизнесе на этой неделе должны зависеть от глыбы из гранита и базальта, припорошенной песком с большим содержанием железа, с ледяными наслоениями на полюсах и вечной мерзлотой под слоем грунта. Глыбы, которая называется Марс и летает вокруг Солнца в 230 миллионах километров от него.

Напоследок еще одно. С 1995 года началась триумфальная серия открытий планет возле других звезд, так называемых экзопланет. Каждый год добавляет к этому списку десятки новых и новых объектов – планет, похожих на Юпитер. Чтобы быть последовательными, астрологи, по-видимому, должны учитывать и эти объекты.

Откуда астрологи узнают, как на нас влияют вновь открытые объекты?

Здесь астрономы просто посмеиваются над астрологами. Когда речь идет о влиянии, скажем, Юпитера, Марса или Венеры, астрологи ссылаются на многовековой опыт наблюдения этих планет. Эти яркие объекты на небе никто никогда не открывал, поскольку они всегда были видны и заметить их могли даже наши далекие предки. Но как быть, например, с тем же Плутоном? Он был открыт Клайдом Томбо в 1930 году – по сути, совсем недавно. Откуда астрологи узнали, как Плутон влияет на людей? Ссылки на опыт предков тут уже не проходят: предки вообще понятия не имели о существовании Плутона.

Если современные астрологи начнут учитывать воздействие астероидов и других ранее неизвестных объектов, то как они узнают, на что и как влияют эти объекты? Ни один астролог вам этого не расскажет, поскольку эти влияния не измеряются и не определяются в опыте, а просто домысливаются.

Я был в полном восторге от некоей статьи в отечественном астрологическом журнале. Там говорилось, что астероид «Ленинград» имел некую мистическую связь с судьбой великого города. Когда же городу было возвращено имя Санкт-Петербург, эта связь была утрачена! Хотелось бы знать, как все это происходило и откуда астролог обо всем этом узнал. Ученые, привыкшие пользоваться научным методом, пересказывали друг другу эту статью как анекдот, в очередной раз подтверждающий нелепость астрологии.

Зависит ли сила астрологического воздействия от расстояния?

Это чрезвычайно важный вопрос. Дело в том, что целый ряд вопросов к астрологии может быть объяснен зависимостью величины астрологической силы от расстояния. В самом деле, почему астрологи не учитывают влияние квазаров и мало интересуются звездами? Ответ простой: потому что эти объекты невероятно удалены и поэтому их влияние гораздо меньше небольших, но близких к нам планет.

Но как только астрологи дадут такой ответ, они немедленно попадут в логическую ловушку, выбраться из которой невозможно. Если гипотетическая астрологическая сила зависит от расстояния, то почему это никак не учитывается в гороскопах? Марс, например, может оказаться с той же стороны от Солнца, что и Земля, а может разместиться и с противоположной стороны. При

Книгу А.С.Язева «Мифы минувшего века» можно купить в интернет-магазине по адресу <http://www.sibran.ru> в разделе научно-популярные книги.



РАССЛЕДОВАНИЕ

этом его расстояние от Земли изменится примерно в пять раз. То же самое характерно для любой другой планеты. При этом может случиться так, что Марс в обоих случаях окажется на фоне одного и того же созвездия (знака). Поэтому астролог даст одинаковую трактовку влиянию Марса, не учитывая изменения расстояния до него.

Почему так происходит, предельно ясно. Когда создавалась астрология, считалось, что Земля находится в центре мира и все планеты движутся вокруг нее по хрустальным сферам. Значит, расстояние от Земли до любой планеты всегда было одинаковым и его можно было вообще не принимать во внимание. Что, собственно, до сих пор и делается в астрологии, которая молчаливо использует все построения многовековой давности, опровергнутые ходом развития науки.

Итак, астрология сталкивается с неразрешимым парадоксом. Если таинственная астрологическая сила зависит от расстояния, то астрологи делают ошибку, не учитывая в прогнозах постоянные и значительные изменения расстояний между Землей и каждой из планет Солнечной системы. Если таинственная астрологическая сила не зависит от расстояния, то астрологи делают ошибку, не учитывая в прогнозах влияние квазаров, пульсаров, черных дыр и других удаленных космических объектов.

Попутно заметим, что в природе пока не обнаружены силы, которые не зависели бы от расстояния. С точки зрения логики такие силы вряд ли существуют, поскольку тогда мы должны были бы ощущать суммарное воздействие громадного количества удаленных космических объектов. Ничего подобного, однако, не наблюдается.

Принцип логичности астрологией явно не соблюдается. Самое любопытное, что астрология и не пытается как-то разрешить те несообразности, о которых шла речь. Читатель может в этом убедиться, заглянув в любую книгу по астрологии. Там об этих вещах даже не упоминается. А это значит, что нарушается и принцип честности: если ты знаешь о слабых местах теории, ты должен сам о них сказать. Уже с этой точки зрения астрология не тянет на то, чтобы называться наукой.

Недоверчивый читатель может сказать: мало ли что говорят консервативные ученые! Всем рассуждениям о принципе логичности грош цена, если окажется, что на самом деле астрологические предсказания верны, поскольку практика – критерий истины. О том, какова же практика, какие астрологические закономерности все же существуют и как они могут быть объяснены, – обо всем этом мы поговорим в следующем выпуске журнала.

Окончание – в следующем номере.





БИОХИМИЯ

Средство от близорукости — в глазу

Улучшить состояние склеры при близорукости может регуляторный белок, который исследуют специалисты из Института элементарорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН и Института биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН. Этот белок ученые выделили из самой склеры (yamskov@ineos.ac.ru).

Миопия, или близорукость, — одна из самых распространенных глазных болезней. Она приводит к значительной потере, а иногда и к полной утрате зрения. Причиной этого недуга может быть патология склеры — прочного наружного остова глазного яблока. Ее передняя часть видна через прозрачную конъюнктиву как «белок глаза». Склера построена из плотной коллагеновой соединительной ткани и имеет неодинаковую толщину (от 0,4 до 1 мм) в различных участках. При миопии коллагеновые волокна в задней стенке глазного яблока истончаются, деградируют и их становится меньше, поэтому меняется толщина склеры и ее структура. Чтобы вылечить близорукость, нужно восстановить поврежденные коллагеновые волокна, но как это сделать? Многие биохимики занялись поиском новых веществ, способных улучшить состояние склеры.

Российские исследователи искали потенциальное лекарство среди биологически активных белков, которые действуют в сверхмалых дозах. Эти белки влияют на клеточную дифференцировку, деление и миграцию клеток, на их взаимодействие и жизнеспособность. Ученые уже выделяли подобные белки из различных тканей млекопитающих. Для каждой ткани характерны свои белки, но видовой специфичностью они не обладают, то есть регуляторные белки, выделенные из склеры и, скажем, кожи различны, а белки из склеры быка и человека должны быть одинаковыми. В бычьей склере обычно недостатка нет, поэто-



му именно в ней ученые и начали искать соответствующий белок.

Исследователям удалось выделить такой белок из тканевого экстракта склеры и определить его физико-химические свойства. А биологическую активность регуляторного белка они изучали на склере глаза взрослого тритона (тритона выбрали потому, что ткани хвостатых амфибий хорошо регенерируют). При воздействии сверхмалых доз белка на культуру ткани коллагеновые волокна склеры тритона были целее и более упорядочены, чем в контроле. Поскольку регуляторный белок, о котором идет речь, не имеет видовой специфичности, можно выделять его из бычьего глаза, исследовать на склере тритона и надеяться, что белок окажется полезным человеку. Биологи убедились, что в тканевом экстракте склеры присутствует вещество, которое стимулирует восстановление коллагеновых волокон в большой склере. Но это только первый этап работы, и о его практическом применении речи пока нет.

ГЕНЕТИКА

Генетика женской агрессивности

Эволюция человека продолжается, и московские биологи нашли подтверждение этому факту. Сотрудники биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, ВНИИ физической культуры и Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии выявили генотип, связанный с

повышенной физической агрессивностью. Особый интерес исследованию придает тот факт, что проводили его на женщинах (kulikova_maria@mail.ru).

Психологические характеристики человека отчасти определяются средой и воспитанием, однако на 30—60% предопределены генетически. Склонность к агрессивности, как и другие эмоциональные проявления, зависит от суммарного влияния нескольких генов, определяющих действие нейромедиаторов головного мозга. Один из таких генов (COMT) кодирует фермент катехол-О-метилтрансферазу. Этот фермент регулирует уровень нейромедиатора дофамина в префронтальной коре головного мозга человека. Ученым известна точечная мутация гена COMT, которая приводит к снижению активности фермента приблизительно на 40%, а на молекулярном уровне — к замене аминокислоты валина на другую аминокислоту, метионин. Частота этой мутации у разных народов разная, у русских она равна 0,5, то есть «валиновых» и «метиониновых» вариантов гена у наших соотечественников примерно поровну.

Многие исследователи пытались найти взаимосвязь гена COMT и склонности людей к агрессивному поведению, но получали противоречивые результаты, к тому же работали преимущественно с мужчинами. Российские ученые проанализировали последовательность гена COMT у 114 молодых москвичек семнадцати–двадцати лет. Все девушки добровольно предоставили свою ДНК для исследований и прошли психологическое тестирование, позволяющее выявить предрасположенность к агрессивности — физической, косвенной и словесной, — а также уровень раздражительности, негативизма, обиды, подозрительности и чувства вины. Распределение валиновых и метиониновых вариантов среди московских девушек оказалось примерно таким же, как и в Европе. Каждый ген в наших клетках существует в двух экземплярах: от отца и матери. Так вот, согласно результатам психологического тестирования, девушки с двумя валинами более склонны к физической агрессии, чем их подруги с валином и



метионином, а девушки с двумя метионинами – самые мирные.

У носителей валинового варианта фермент более активно расщепляет дофамин, поэтому нейромедиатора меньше. Эти люди менее тревожны и чувствительны к боли, чем носители метионинового варианта, что, безусловно, может способствовать повышению физической агрессивности. Женщины с метиониновой, малоактивной формой фермента обладают повышенной возбудимостью, более чувствительны, склонны избегать конфликтов. Они страшатся опасности и неизвестности, тревожны и застенчивы. Совокупность этих качеств можно рассматривать как противоположность агрессивному поведению с применением физической силы.

Интересно, что метиониновая мутация отсутствует у человекообразных обезьян. Очевидно, эта мутация впервые возникла у человека и, судя по большой доле мутантов, оказалась полезной. Помимо низкой агрессивности, носители метионинового варианта обладают лучшей памятью и лучше обучаются. Эволюция человека шла преимущественно в направлении развития мыслительных способностей и усложнения организации головного мозга, а не развития физической силы и агрессивности – самой примитивной формы агрессии. Поэтому закрепление мутации, которая способствует совершенствованию познавательной функции и снижению физической агрессивности как эволюционно устаревшей формы защиты, вполне оправданно.

Описанное изменение в гене COMT, разумеется, не единственная мутация, определяющая склонность человека к агрессивности. Этот признак зависит

от множества генов, и ген COMT – лишь один из них.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Древние бактерии устойчивы к антибиотикам

Откуда взялись бактерии, устойчивые к антибиотикам? Ответить на этот вопрос помогает исследование микроорганизмов той поры, когда антибиотики еще не вошли в клиническую практику. Специалисты Института молекулярной генетики РАН и кафедры биологии почв МГУ им. М.В.Ломоносова выделили из арктической вечной мерзлоты бактерии, устойчивые к антибиотикам. Исследуя полученные микроорганизмы, ученые надеются выяснить способы распространения этой устойчивости среди древних и современных бактерий (mindlin@img.ras.ru).

Устойчивость бактерий к антибиотикам доставляет людям массу неприятностей. Общепринятые представления о природе этой устойчивости таковы. Микроорганизмы разных видов легко обмениваются генами. Продуценты антибиотиков, в основном актиномицеты, естественно, обладают генами устойчивости, которые постепенно распространились среди разных видов бактерий, соседствующих с актиномицетами, а затем попали в микроорганизмы, обитающие в организме человека и животных. Действительно, среди водных и почвенных бактерий ученые обнаружили множество устойчивых штаммов. Но возможно, в природе они появились, не получив гены от актиномицетов, а в результате загрязнения окружающей среды посторонними патогенными бактериями. Прояснить этот вопрос можно, исследуя бактериальные сообщества вечной мерзлоты, которые сформировались задолго до применения антибиотиков в лечебных целях и не испытали антропогенного воздействия.

Ученые собирали образцы в разных районах Колымской низменности и на побережье моря Лаптевых. При постоянных отрицательных температурах микроорганизмы сохраняют жизнеспособность в течение тысяч и даже миллионов лет. Из одного грамма породы можно было получить от 100 до 10 млн.

бактериальных колоний. Выделенные бактерии проверили на устойчивость к пяти антибиотикам, еще недавно весьма распространенным в клинической практике: гентамицину, канамицину, стрептомицину, хлорамфениколу и тетрациклину. Исследователям удалось выделить штаммы, устойчивые ко всем упомянутым антибиотикам, причем многие были устойчивы одновременно к двум или даже трем лекарствам, различным по своей структуре и механизмам действия, например к стрептомицину и тетрациклину, стрептомицину и хлорамфениколу, стрептомицину, тетрациклину и хлорамфениколу.

Это неожиданный результат. До широкого применения антибиотиков устойчивые штаммы клинических бактерий составляли менее 3%, причем устойчивы они были только к одному антибиотику. Множественная устойчивость формировалась у них постепенно, по мере введения в медицинскую практику новых препаратов. Очевидно, в природных условиях штаммы, устойчивые к действию нескольких антибиотиков, возникают в



ходе долгого совместного сосуществования с их продуцентами. Либо бактерии могут приобретать устойчивость к антибиотикам, даже будучи законсервированными в условиях вечной мерзлоты, либо они стали устойчивыми еще до замораживания.

Устойчивые мерзлотные микроорганизмы принадлежат к разным систематическим группам. Исследователи определили у них последовательности генов устойчивости к стрептомицину и обнаружили, что большинство этих генов подобны современным.

Итак, устойчивость к антибиотикам распространялась среди бактерий задолго до наступления антибиотической эры. Дальнейшие исследования соответствующих генов мерзлотных микроорганизмов помогут выяснить, как они распространились среди штаммов древних бактерий и проникли в клетки бактерий современных.



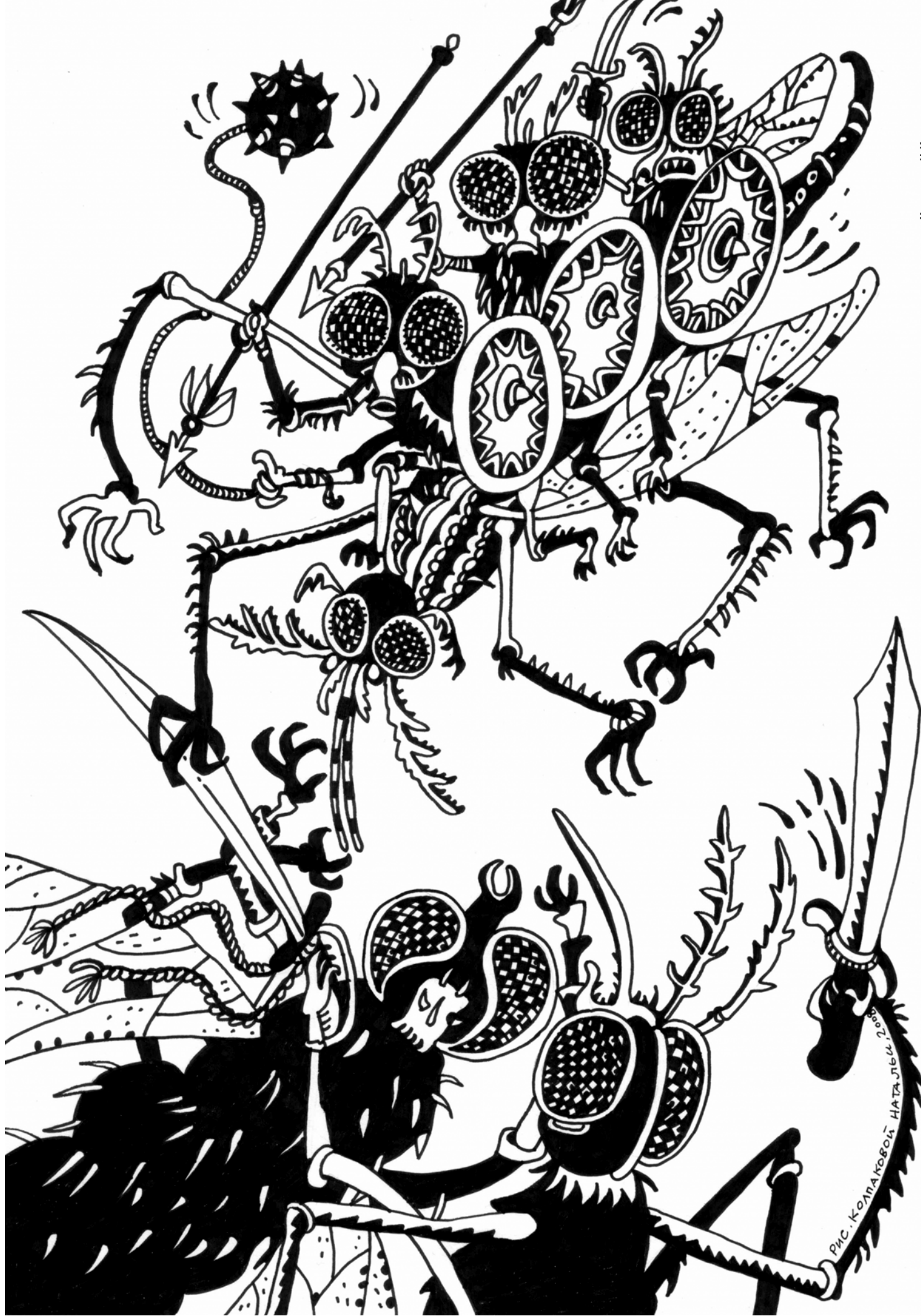


Рис. Колпаковой Н.А. 16.11.2000

ГМО на свободе

Е. Клещенко



— *Vive l'Anarchie! Опоздали, мой друг! Я выпил ваш препарат. Холера спущена с цепи!*

Не выходя из кеба, бактериолог сквозь очки поглядел на него с веселым любопытством:

— *Выпили? Анархист? Теперь понятно!*

Он хотел было что-то добавить, но воздержался. В углах рта затаилась усмешка. Он отбросил фар-тук, как будто хотел вылезти из кеба, в то время как анархист драматическим жестом махнул ему на прощанье рукой и пошел к мосту Ватерлоо, стараясь своим зараженным телом толкнуть возможно большее число людей.

*Герберт Уэллс. Похищенная бацилла
(пер. Н.Семевской)*

Статья в январском номере про опыты И.В.Ермаковой, которая изучала воздействие генно-модифицированной сои на здоровье подопытных крыс, вызвала большой читательский интерес. Эксперты «Nature Biotechnology» нашли, что результаты русской исследовательницы не соответствуют полученным ранее данным и просто противоречат здравому смыслу: ГМ-растения давно используются как корм для скота, и неужели резкое падение рождаемости у сельскохозяйственных животных могло остаться незамеченным, если бы оно в самом деле наблюдалось? Но страсти не утихают, и генетически модифицированные организмы остаются под подозрением у общественности. Иногда даже кажется, что это самая важная проблема человечества. По всему миру противники ГМ-пищи ведут бесконечные дискуссии с ее сторонниками. Обсуждение крутится в основном вокруг сои и помидоров, иногда, правда, припоминают еще кукурузу.

Почему-то спорщиков гораздо меньше волнует тот факт, что уже сегодня ученые выпускают трансгенные организмы в живую природу. Пусть и в ограниченном масштабе.

И пришла к Айболиту лиса...

Первым выпущенным на свободу ГМО, очевидно, были «бактерии айс-минус». Вот они-то привлекли внимание «зеленых», о них и сейчас, почти 30 лет спустя, то и дело вспоминают. Мы об этом уже писали, но на всякий случай повторим. Бактерии *Pseudomonas syringae* обитают на листьях растений и при понижении температуры становятся центрами кристаллизации — листья обрастают инеем, что, конечно, не радует фермеров. Стивен Линдоу из Калифорнийского университета (Беркли) в 1977 году обнаружил штамм *Pseudomonas syringae*, на котором иней не рос: в его клеточной стенке отсутствовал один из белков. Затем аналогичную мутацию получили искусственно, и этими-то бактериями опрыскали экспериментальное клубничное поле в Калифорнии. Результаты обнадеживали, однако довести опыты до конца не получилось: часть клубники уничтожили экотеррористы. Вообще-то, если участники акции хотели искоренить опасного мутанта, им следовало залить поле напалмом — растоптать бактерию трудно, скорее, наоборот, она могла разнестись на подошвах энтузиастов по всей Америке. И сегодня «зеленые» верят, что зловердная *P.syringae* «попала в атмосферу и

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

препятствует образованию снежинок», а отсюда уже недалеко до спровоцированного генетиками глобального потепления. Сколько для этого нужно бактерий и почему образованию снежинок не препятствовал штамм «айс-минус», найденный в природе, — об этом их не спрашивайте... Однако ГМ-организмы в природе могут выполнять и более важные задачи.

Гидрофобия, она же бешенство, кажется чем-то архаичным, вроде чумы или холеры. Но только в Московской области с 1996 по 2006 год от гидрофобии погибло 15 человек, причем в их числе были и те, кто своевременно обратился за медицинской помощью, делал уколы. По всей России от этой болезни ежегодно умирают около двух десятков человек, а во всем мире — десятки тысяч. Страшно то, что гидрофобию и в XXI веке практически невозможно вылечить: выражаясь медицинским языком, при развитии заболевания прогноз неблагоприятный. А предотвращать ее трудно, потому что носителями вируса могут быть дикие животные. Считается, что изначально в Европе вирус бешенства переносили главным образом собаки, но, когда вакцинация домашних животных распространялась широко, вирус «переквалифицировался», и его основными хозяевами стали рыжие лисы. А вообще переносчиками вируса бешенства бывают не только хищные млекопитающие, но даже летучие мыши.

Сравнительно несложно провести поголовную вакцинацию собак и кошек, особенно если их хозяева — люди понимающие и не поленились дойти до ветеринара. Когда редким новозеландским птицам какапо, они же совиные попугаи, угрожала стрептококковая инфекция, их можно было переловить и сделать прививки персонально каждой особи, ведь какапо всего несколько десятков. Но что делать с лисами и енотовидными собаками? Звери сами приходят к докторам только в сказках, а гоняться за ними по лесам и полям затруднительно.

Зато можно раскладывать съедобные приманки с вакциной — белком вируса бешенства или инактивированным вирусом, который вызовет в организме хищника иммунную реакцию и тем самым защитит его от болезни. Этот метод, хотя он и не дешевый, применяется не «только на Западе», как почему-то считают, но и в России. В последнее время в Европе и Америке начали применять более эффективный метод: добавлять в приманку ГМ-вирус. Это модифицированный вирус оспы, который, конечно, оспу у лисы не вызывает, но запускает в ее организме синтез гликопротеина вируса бешенства. В результате у лисы опять-таки формируется иммунитет.

Лабораторный гибрид оспы и бешенства, выпущенный в природу, — звучит зловеще, вполне в стиле «зеленой» пропаганды против ГМО. На самом деле паниковать нет резона. Этот вирус не относится к самораспространяющимся: лиса, съевшая приманку, не заразит ни супруга, ни лисят. Кстати, аналогичный рекомбинантный вирус-вакцину использовали, чтобы защитить от собачьей чумки

реликтовых островных лисиц, обитающих на островах Калифорнийского пролива.

Ну а если бы вирусы-вакцины умели распространяться, спросит сторонник ГМО, что в этом плохого? Наоборот, хорошо: вся популяция за короткий срок стала бы иммунной, и конец гидрофобии. Используя аналогию между биологическими инфекциями и компьютерными вирусами — были ведь предложения, чтобы антивирусы и обновления к ним распространялись в Сети бесплатно, и не адресно, а так же, как распространяются сами вирусы, просто стараясь «заразить» как можно больше компьютеров. Правда, производители антивирусов почему-то не поддержали эту идею...

А вот биотехнологам она понравилась.

Защитим малярийного комара

Проблема вакцинации лис покажется тривиальной, если мы вспомним о комарах. Они не просто разносчики заразы — в комаре малярийный плазмодий проходит важную часть своего жизненного цикла, а потом, при укусе, попадает в кровь человека. От малярии ежегодно умирают сотни тысяч людей, и специалисты по борьбе с этой страшной болезнью постоянно размышляют над тем, что бы сделать с комарами. И в самом деле, их истребление обычно приводит к победе над болезнью. Но такие методы, как обработка лесов инсектицидами или заливание нефтью мелких водоемов, где обитают личинки комаров, не нравятся экологами, в первую очередь низкой избирательностью.

Более высокую избирательность — фактически с точностью до вида — обеспечивает биотехнология. Существует метод, давно опробованный в борьбе с вредными насекомыми: если выпустить в природу большое количество полученных в лаборатории стерильных самцов, численность популяции резко сократится. Таким способом в разное время и в разных местах истребляли мясную муху, откладывающую личинки вокруг открытых ран животных, малярийного комара и другого кровососа, распространяющего желтую лихорадку и лихорадку Денге, муху цеце, средиземноморскую плодовую мушку — злостного вредителя фруктов.

Стерильных самцов не всегда получают тонкими методами биотехнологии, их можно делать бесплодными, например, облучением. Но вот стерильного малярийного комара уже получили путем генетической модификации. Британская компания «Oxitec» («Oxford Insect Technologies») предложила метод RIDL (Release of Insects carrying a Dominant Lethal), с помощью которого теоретически можно извести любого комара, муху или моль. Специалисты компании создают мутантную линию насекомого с доминантной леталью — даже одна копия этого гена приводит к бесплодию и гибели особи. (В лабораторных условиях такие насекомые живут и размножаются на специальной диете, содержащей добавки, которые не синтезируют мутантный организм.) Кроме того, можно сделать так, чтобы в очередном поколении выжили только самцы: хотя они и нестерильны, но при скрещивании с дикими самками опять же дадут только самцов.

Не так давно в Австралии испытывали аналогичный метод на позвоночных, а именно на карпах, которые расплодилось в бассейне реки Мюррей настолько, что метод «отловить и съесть» уже не помогает, и теснят местные виды. (Австралия в этой статье будет упоминаться еще не раз, потому что для нее особенно актуальны две экологические проблемы: ограничение численности «посторонних» для континента видов и охрана соб-

ственной уникальной фауны.) Были созданы трансгенные карпы, все потомство которых морфологически было самцами — на хромосомном уровне девочки остались девочками, но внешне они не отличались от мальчиков. Действительно, после этого численность вредной инвазивной рыбы в экспериментальном водоеме резко сократилась.

Спекуляции о возможном применении этого метода к людям мы оставим фантастам, а пока посмотрим, нет ли еще более щадящих способов. Ведь даже малярийный комар *Anopheles*, как он ни плох с точки зрения медиков, для экологов и энтомологов — часть неповторимого биоразнообразия. И в конце концов, болезнь вызывает не комар, а плазмодий!

Современные технологии позволяют избавиться от возбудителя малярии, сохранив комара. Ограждать насекомое (и людей) от плазмодия предлагается двумя способами. Можно сделать им, как и лисам, прививку, используя ГМ-организм. Таким организмом будет бактерия, обитающая в кишечнике комара: ее модифицированный вариант вырабатывает белок, вредный для плазмодия. Вот как хитро получается: симбиотная бактерия защищает комара (который в этом случае называется паратрансгенным организмом) от паразитического одноклеточного. Комары продолжают летать и кусаться, на радость защитникам окружающей среды, но, поскольку плазмодия в них больше нет, их укусы не вызывают малярии. Кстати, необязательно комары: аналогичные технологии можно применить и к другим насекомым, например к той же мухе цеце, переносчице сонной болезни. Понятно, что трансгенные бактерии, обитающие в насекомых, должны быть самораспространяющимися: на все пленистоногое население джунглей приманок-вакцин не напасешься.

Есть и другой вариант, более прямой: почему бы не создать трансгенного комара, иммунного к плазмодию? И такие комары действительно созданы в совместной работе исследователей из США, Великобритании и Германии. В геном комара встраивают ген, который кодирует пептид, аналогичный рецептору плазмодия. Паразит в организме ГМ-комара «оттитровывается» на этот пептид, не проникает в новые клетки и, как следствие, не размножается. Предполагается, что усовершенствованные учеными комары, выпущенные в популяцию, постепенно вытеснят обычных, и тогда малярия отойдет в область преданий.

Но это, конечно, идеальный вариант развития событий. Критики сразу начинают задавать вопросы: а что, если модификация окажется нестабильной, а что, если в природе появится мутантный плазмодий, способный активно размножаться в модифицированном комаре или в другом кровососущем насекомом — так же, как возбудитель бешенства приспособился к лисам... Впрочем, последний вопрос возникнет и в том случае, если анофелес будет истреблен — все равно, запуском ли стерильных самцов в популяцию или другим, менее экологичным методом. Очевидно, нам нужно смириться с мыслью, что природа изменчива и потому никакая победа человека над болезнью не может считаться окончательной и безусловной.

Убивать или охранять?

Читатель, вероятно, уже соскучился: борьба с бешенством, борьба с малярией, а когда же будет про ужасы ГМ-технологий? Давайте поговорим про ужасы. Идея иммунотерапии, она же вакцинация против размножения, с использованием искусственно созданных, самораспро-

страняющихся векторов — достаточно страшно? Вот выпустят ученые такой вектор в популяцию — и всё...

Конечно, речь здесь идет не о людях. Например, в Австралии предложили использовать самораспространяющийся ГМ-миксомавирус для контроля плодовитости кроликов. Какой вред наносит австралийским почвам и флоре этот чужой для континента вид и почему у экологов возникло жесткое желание приморить ушастых зверьков, объяснять не надо. ГМ-вирус продуцирует синтез гликопротеина В, который содержится в *zona pellucida* — внешней оболочке яйцеклетки — и вызывает временное бесплодие у каждой четвертой крольчихи за счет иммунной реакции против этого гликопротеина. Иммунная система ополчается на яйцеклетку, как на чужеродный объект, поэтому метод и называется иммуноконтрацепцией.

А на другом континенте, в Испании, люди заинтересованы в процветании кроликов: там они, во-первых, объект охоты, во-вторых, кормовая база для охраняемых орлов и рысей. Испанские биотехнологи предложили защитить их с помощью самораспространяющейся вакцины... в том числе от заражения тем же самым миксомавирусом. Точнее, был создан рекомбинантный вирус, который защищает кроликов и от геморрагической болезни, и от миксоматоза. Этот вирус тоже относится к самораспространяющимся, и во время опытов на маленьком острове в Средиземном море несколько кроликов за короткое время заразили благотворной инфекцией больше половины популяции. Это все хорошо, но, если миксомоустойчивый испанский кролик (или испанский ГМ-вирус) попадет в Австралию, о ГМ-контроле популяции можно будет забыть... Вот оборотная сторона свободного распространения: что происходит без участия человека, то трудно контролировать.

Еще сложнее ситуация с щеткохвостым поссумом, он же лисий кузу, в двух географически близких странах — Австралии и Новой Зеландии. В Новой Зеландии поссум — злостный вторженец, поэтому тамошние биотехнологи создали ГМ-нематоду, которая ограничивает размножение поссумов, и теперь у австралийцев появилась новая головная боль. Для них поссум — часть неповторимой австралийской природы, и они совершенно не хотят видеть на своем континенте новозеландскую нематоду. Как решать эти и подобные вопросы? А наверняка в будущем возникнут новые такие противоречия.

Главное — информация

Международное законодательство по ГМО не слишком хорошо проработано в той части, которая касается трансгенных организмов, выпущенных на волю. Существует, правда, Картахенский протокол о биобезопасности (он вступил в силу в 2003 году; полный русский текст можно прочитать, например, на сайте «Коммерческая биотехнология»). Он регламентирует использование ГМО, их перемещения при покупке и продаже, в том числе через границу, оценку рисков, контроль, чрезвычайные меры на случай внештатных ситуаций, международный обмен информацией. Протокол подписало около ста стран, однако на настоящий момент в их число не вошли ни РФ, ни США, ни та же Австралия. Конечно, международные организации, такие, как ВОЗ, вырабатывают рекомендации по поводу ГМО, но рекомендации тем и отличаются от законов, что их соблюдение не обязательно. И уж никак невозможно обязать, например, морских птиц в законодательном порядке не переносить миксомавирус с острова на материк...



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Так или иначе, Картахенский протокол инициировал создание очень полезной организации — «Biosafety Clearing-House»: международного агентства по сбору информации, касающейся биотехнологий, и обмену этой информацией. Ведь самое опасное в нынешней ситуации — это когда ученые не знают, над чем работают их коллеги в соседней стране, а законодатели — какие именно исследования подпадают под закон, принятый или не принятый на вчерашнем слушании. Хуже нет, когда возможности идут впереди осведомленности.

...А рассказ Уэллса «Похищенная бацилла» 1894 года (возможно, это первый фантастический рассказ о биобезопасности) заканчивается совсем не трагично. Бактериолог объясняет жене, почему он сначала погнался за похитителем микроорганизма, а потом отпустил его: «Я не знал, что он анархист, хотел удивить его и показал ему культуру этой новой бациллы, о которой я тебе говорил, той самой, которая, я думаю, вызывает появление синих пятен у обезьян разных пород. Я свалал дурака и сказал ему, что это — бацилла азиатской холеры (возбудитель холеры — не бацилла, а вибрион, но простим мэтру эту маленькую неточность. — Е.К.). Он похитил ее и убежал, чтобы отравить воду в Лондоне, и он действительно мог бы наделать много неприятностей нашему цивилизованному городу. А теперь он сам проглотил бациллу. Конечно, я не могу сказать наверное, что с ним случится, но ты помнишь, как котенок и три щенка покрылись от нее синими пятнами, а воробей стал ярко-голубым».

Очевидно, ученый знал, что его бактерия не принадлежит к самораспространяющимся и остается в организме того, кто его проглотил, сколько бы он ни толкался в толпе. С другой стороны, попади эта бактерия в лондонскую воду, последствия не свелись бы к одному посиневшему анархисту. Мораль ясна: прежде чем выпускать в природу что бы то ни было, даже если это что-то кажется безобидным, необходимо тщательно просчитать последствия. (А это легче сказать, чем сделать.) И конечно, ученые должны ответственно подходить к распространению информации о своей работе. Анархисты, журналисты и особенно экологи очень любят все страшное и плохо понимают шутки про холеру в центре Лондона...

Статья подготовлена по материалам публикации Элены Ангуло и Бена Джилна «When biotech crosses borders» («Nature Biotechnology», 2008, т.7, № 3).

Полезные ссылки в Интернете:

<http://bch.cbd.int/> — «Biosafety Clearing-House»;

<http://www.cbd.int/biosafety/> — сайт Картахенского протокола по биобезопасности.





Об электронах для пчеловодов

Все, что мы видим, едим, вдыхаем, носим или просто используем в своей повседневной жизни, состоит из молекул. Большинство молекул — это совокупность всего лишь нескольких десятков разных атомов. Любой атом — это крохотное ядро и летающие вокруг него маленькие электроны. Таким образом, вся наша Земля — не что иное, как куча из ядер и электронов. Просто удивительно, как им удается самим организовать себя, чтобы получилось такое невообразимое количество веществ, окружающих нас. Разгадать эту тайну — одна из задач науки.

Методы и приборы исследования

В представленной работе законы природы исследовали с помощью спектроскопии, которая изучает взаимодействие материи с энергией. Что это такое? Сами того не подозревая, мы сталкиваемся с этим взаимодействием каждый день: языки пламени от потрескивающих дров в камине или костре, теплый песок на залитом солнцем пляже, радуга в небе или же горячая еда из микроволновой печи — вот примеры подобных взаимодействий.

Энергия приходит к нам от Солнца в виде света, который раскладывается на составные части — инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое излучения. Электромагнитное излучение характеризуется определенной длиной волны, и чем она короче, тем большей энергией будет обладать излучение. Например, длина волны красного света — 700 нм, диапазон ультрафиолета — от 100 до 400 нм (1 нанометр — это 1 миллионная часть миллиметра). Для сравнения: в микроволновых печах обычно используют длину волн около 12 см, или 120 миллионов нанометров. Энергия с такой длиной волны заставляет молекулы воды вращаться, они трутся друг о друга и от этого нагреваются.

Здравствуй, уважаемая редакция «Химии и жизни»!

Я — бывшая ученица нарвской Пяхклимяэской гимназии, выпускница 1999 года. В свои школьные годы я активно и довольно успешно принимала участие в различных химических олимпиадах, включая Менделеевские, Соросовские и Международную в Таиланде.

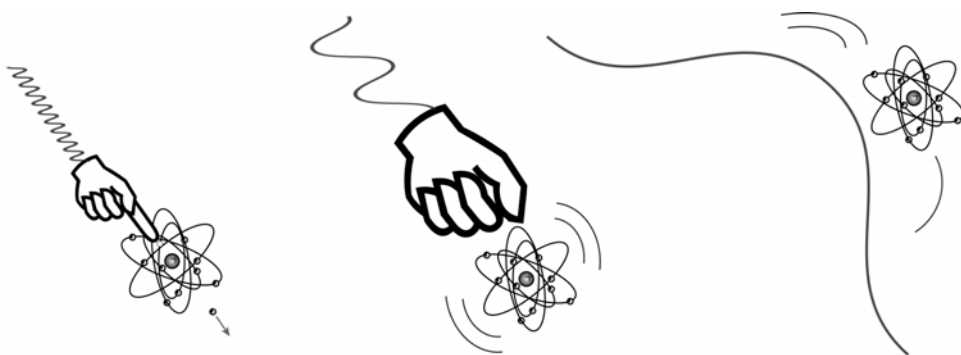
В начале июня я защищаю диссертацию (PhD) в Упсальском университете (Швеция). Моя работа посвящена изучению молекул с помощью синхротронного излучения. В Швеции помимо описания проделанной работы и ее результатов требуется пресс-релиз, а также краткое изложение в научно-популярном стиле на шведском языке — для аудитории, не имеющей отношения к науке и не разбирающейся в химии и физике.

Чтобы объяснить неспециалистам свою сложную тему, я решила в качестве примера взять пчел, которыми давно увлекаются мои родители-инженеры. Реакция моих родственников и знакомых, прочитавших это приложение к моей диссертации, побудила меня отправить его в ваш журнал. Я буду очень благодарна вам, если вы его опубликуете!

*С наилучшими пожеланиями,
Оксана Травникова*

Прим. ред.: А почему бы и нет, подумали мы. Ведь такое краткое приложение не помешало бы и российским диссертациям. Это был бы небольшой шаг науки навстречу «непосвященным», которые пока что уверены, что происходящее в институтах — вещь совершенно бесполезная и безнадежно непонятная.

Ссылка на диссертацию: <http://publications.uu.se/theses/abstract.xsql?dbid=8904>



Влияние электромагнитных волн разной длины на атомы

Если мы используем 100-нанометровое ультрафиолетовое излучение, то сможем вытолкнуть наружу электрон, расположенный у самой поверхности молекулы воды. Чтобы проникнуть вглубь молекулы, нам нужны еще более короткие волны, а значит, и большие энергии излучения. Так, чтобы воздействовать на самый близкий к центру молекулы воды электрон, необходим свет с длиной волны около 2 нм, что соответствует мягкому рентгеновскому излучению (см. рис.).

В этой работе мы изучали электроны, расположенные близко к ядрам атомов. Поэтому мы использовали рентгеновский свет, который производят синхротроны. Синхротрон — это огромная машина (они бывают от 30 до 800 м в диаметре), внутри которой с огромной скоростью летают по окружности электроны. Когда они меняют свою траекторию под действием магнитных полей, они испускают свет. Такое излучение встречается и в природе, а точнее, в космосе — в галактике M87.

Мы можем корректировать движение электронов в синхротроне и тем самым получать излучение нужной энергии. Нужная — это та, которая точно соответствует электронным уровням в различных атомах.

Предмет изучения, или Что общего у электронов с пчелами

Как мы уже говорили, атом состоит из ядра и вращающихся вокруг него маленьких электронов. Электроны в атомах не летают как попало, а точно следуют порядку, установленному природой. Так же и в ульях пчелы никогда не сидят без дела, а все время выполняют работу, указанную им уставом высокоорганизованной пчелиной семьи. Они не мешают друг другу, но действуют сообща. Одни пчелы в силу своей должности (на-

пример, пчелы-уборщицы, няньки, кормилицы) никогда не покидают улей, другие проводят целые дни за пределами своего дома, собирая нектар, пыльцу, воду. Они летают по всей пасеке и встречаются порой со своими соседями и с нами. Если освобождается вакансия, ее непременно должна занять другая пчела, чтобы не происходило сбоев в работе улья как единого целого.

В атомах все то же самое. Одни электроны «живут» во внешних слоях атома. Они принимают участие в образовании связей с другими атомами, распространяются по всей молекуле и летают вокруг соседних атомов. Другие электроны обитают вблизи ядра и никогда не покидают своего «дома».

Ядро атома, а точнее, протоны мы можем сравнить с рамками в улье. Чем больше рамок (протонов в ядре), тем больше пчел-электронов в улье-атоме. Только ядро (помимо протонов, в нем есть и нейтроны) находится в центре атома, а электроны — назовем их «электронными пчелами» — не сидят на нем, а летают вокруг. К тому же в «электронном улье» на каждую «рамку» приходится только по одной электронной пчеле, то есть каждому протону соответствует один электрон, а не 2500 пчел, как в настоящих ульях.

Тогда если мы уберем одну постоянно проживающую в «улье» электронную пчелу, то ее подруги, летающие вокруг, не поймут, убавилось ли в доме пчел, или стало на одну рамку больше. И в том и в другом случае они бурно среагируют на изменения, попытавшись вернуть стабильность.

Итак, в этой работе мы изучали электронных пчел, находящихся вблизи ядра, то есть тех, которые обычно не покидают свой домик. Мы их выкидывали из улья-атома за пределы пасеки-молекулы или перемещали к другим электронным пчелам, летающим вокруг всех ульев. Что при этом произойдет на электронной па-

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

секе (то есть в молекуле)? Распадутся или как-то изменятся пчелиные семьи? Кто займет освободившуюся вакансию? Как это произойдет? Сколько времени на это уйдет? Ответы на эти вопросы позволяют нам определить, какую роль играла электронная пчела, выкинутая нами из домика.

Разные породы пчел на пасеках ведут себя по-разному. Некоторые виды любят воровать из соседних ульев, другие бывают агрессивными и жестко охраняют свой дом от любого вторжения, а третьи, наоборот, слишком слабы, чтобы противостоять разбойникам. Так же и разные виды атомов или групп атомов: одни пытаются перетянуть на себя соседние электроны, другие ни за что их не отдадут, а третьи охотно делятся ими (в отличие от атомов, пчелы никогда ничего не отдают добровольно). В работе мы изучали молекулы, состоящие из двух, трех атомов и сложные, состоящие из многих атомов. В данной диссертации мы также исследовали, как все это влияет на электронных пчел, не покидающих свой домик.

Заключение

Всем понятно, как важно изучать и понимать устройство пчелиных семей, чтобы потом, применив приобретенные знания, получать более качественный и вкусный мед. Так же важно исследовать строение и свойства атомов, чтобы можно было составлять молекулы с различными характеристиками и создавать новые материалы с улучшенными свойствами. Например, более эффективные и безвредные лекарственные препараты или материалы с гигантским магнитным сопротивлением. Кстати, открытие последних в прошлом году было удостоено Нобелевской премии, поскольку позволило уменьшить размеры жестких дисков компьютеров и в то же время увеличить их емкость.



МЫШИ СЕЮТ ЛЕС

Немецкие ученые хотят приспособить летучих мышей для восстановления вырубленных тропических лесов.

Detlev Kelm,
kelm@izw-berlin.de

В зарубежных лабораториях

После того как вырубает тропический лес, чтобы сбыть дорогое красное дерево, раскорчеванные земли отходят под сельское хозяйство. Однако почва в этих местах быстро истощается, и фермеры ее бросают. Вот тогда-то и возникает задача восстановления леса. Проблема же заключается в том, что сажать деревья вручную очень дорого, а естественным образом это не получается — семена с опухек не долетают до центра вырубки. Чтобы их доставить, немецкие ученые из Института зоопарков им. Лейбница во главе с Детлевом Кельмом решили использовать летучих мышей. Эти животные питаются тропическим плодами, и, стало быть, семена деревьев оказываются в их помете. В то же время мыши отлично преодолевают большие расстояния и легко перелетают с одного края вырубки на другой. «Если посреди вырубок организовать искусственные убежища, в которых летучие мыши смогут проводить время днем, то они вполне могут засеять вырубку, — говорит доктор Кельм. — Всего за несколько дней после появления убежища посреди поля мыши обнаруживают его и успешно заселяют».

Ученые выяснили, что рукокрылые совершенно бесплатно разнесли по экспериментальной вырубке в Латинской Америке семена более шестидесяти видов растений. Большинство из них — это пионерные виды, с которых начинается процесс восстановления естественного тропического леса.



МЕДНЫЙ ДИСПЛЕЙ

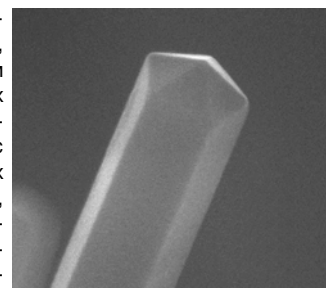
Материаловеды из Иллинойса придумали простую технологию выращивания нанопроволок из меди.

Kyukyoon Kim,
kevinkim@uiuc.edu

В зарубежных лабораториях

Сколько ни говорили о том, что углеродные нанотрубки станут тем самым материалом, который позволит создать плоский и яркий дисплей, однако почему-то до практики дело никак не дойдет. А тем временем материаловеды совершенствуют технологию получения металлических вискерсов — тончайших кристаллов, лес которых можно вырастить на подложке. В частности, ученые из Иллинойского университета во главе с профессором Кемьёном Кимом научились выращивать леса из медных провололок диаметром от 70 до 250 нм, причем, в отличие от нанотрубок, без использования каких-либо катализаторов и при более-менее нормальной температуре — 200–300 К. Сначала они вырастили медные вискерсы методом химического осаждения из пара на поверхности кремниевой пластинки, на которую предварительно был нанесен узор. Получались они прямыми, пятигранными, а заканчивались острыми пятиугольными пирамидами, которые отлично годились для испускания электронов. И действительно, из них сделали неплохой катод для эмиссионного дисплея: электрическое поле прикладывают к блоку с вискерами, и те испускают электроны, которые летят на покрытый фосфором экран, заставляя его светиться. Поскольку на блоке расположено много вискерсов, а каждый блок создает один пиксел на экране, даже если несколько вискерсов испортятся, на качестве изображения это не скажется.

После того как режим выращивания был отработан, приступили к изучению других подложек, и теперь медные леса растут и на стекле, и на гибком пластике. А это уже открывает путь к гибким и ярким дисплеям, о которых мечтают противники истребления лесов ради изготовления бумаги.



АНТЕННА ДЛЯ ТЕЛА

В Великобритании создали антенну для построения натальной беспроводной сети.

William Scanlon,
w.scanlon@qub.ac.uk

В зарубежных лабораториях

Профилактика — залог здоровья, а регулярный медосмотр — основа профилактики. В век информатики этот осмотр можно сделать чуть ли не ежесекундным: достаточно разместить на теле человека датчики и постоянно передавать собранную ими информацию о частоте пульса, дыхании и прочем на центральный блок, который по сети с помощью того же сотового телефона отправляет ее на компьютер врача. Правда, такие датчики пока нельзя назвать миниатюрными и удобными, а одна из причин в том, что у них очень большие антенны. Сделать же антенны маленькими не удастся, поскольку в этом случае пришлось бы увеличивать мощность сигнала и соответственно емкость электрических батареек.

Ученые из Королевского университета Белфаста во главе с доктором Уильямом Сканлоном нашли способ решить задачу. Дело в том, что одна часть радиосигнала поглощается телом человека, а другая часть распространяется вдоль поверхности его кожи. Британские физики сумели резко, в 50 раз, увеличить долю сигнала, распространяющегося вторым путем. В результате толщину антенн, дающих приемлемый сигнал, удалось снизить с 34 до 5 мм. Такую пластинку легко спрятать в одежде, чтобы она не мешала пациенту, создав самую настоящую натальную беспроводную сеть, которая свяжет биосенсоры так же надежно, как и компьютеры в офисе.

В зарубежных лабораториях

ЛАЗЕРНАЯ СВЯЗЬ В КОСМОСЕ

Немецкие физики передают информацию между космическими кораблями с помощью лазера.

Martin Traub,
martin.traub@ilt.fraunhofer.de

Сейчас спутники используют для связи радиосигналы. Однако с их помощью уже не удается передавать те объемы данных, которые нужны современным исследователям. Есть решение: перейти на световые волны. У них длина волны гораздо меньше, соответственно и информации поместится больше. Как выяснили немецкие инженеры из Фраунгоферовского института лазерных технологий во время недавно проведенных испытаний, при использовании лазера плотность информации возрастает в сто раз и обеспечивает передачу ее объема, эквивалентного 400 DVD в час. Они вполне успешно передали информацию на расстояние в 5000 км с немецкого на американский спутник.

«Лазер должен быть маленьким и надежным. Мы сумели создать такую конструкцию, что его размер не превышает спичечного коробка, а вес соответствует плитке шоколада. Он выдержал чрезвычайно тяжелые условия: температуру от -35 до 60°C , ускорение в 1300 g и облучение гамма-лучами, — рассказывает руководитель проекта Мартин Трауб. — Однако мощность лазера составляет несколько ватт, и мы еще не решили, каким образом можно рассеять выделяющееся при работе тепло».

КРОВЯНАЯ ЗАЩИТА ДЛЯ МЫШЦ

Испанские ученые выяснили, что в крови спящих медведей есть вещества, которые мешают распаду белков.

Josep Argiles,
jargiles@ub.edu

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

Биологам давно известен удивительный факт: во время спячки в организме медведя разлагается только жир, а мышцы остаются в целости. Где же содержится таинственное вещество, которое сдерживает распад белков? Оказывается, в плазме крови этих медведей. Именно с помощью плазмы впавших в спячку медведей ученым из Барселонского университета удалось на 40% уменьшить скорость протеолиза мышечных клеток мышцей.

Обычно распад мышц случается у людей, которые больны раком или СПИДом, долго находятся в неподвижном состоянии или страдают от голода. «Мы много знаем о синтезе белков, а вот детали механизма распада белков в организме изучены слабо. Особенно мало известно о способах регулирования этих процессов. Обнаруженный нами эффект ингибирования распада белков с помощью плазмы крови спящих медведей дает надежду обнаружить в этой жидкости соответствующий фактор природного происхождения, и на его основе создать новые методы лечения», — говорит руководитель работы доктор Хосе Аргильес.

МЫШИНАЯ ТАЙНА

Биологи из Мичигана выяснили, что мыши могут обойтись без тех генов, которые жизненно важны для человека.

Proceedings of the National Academy of Sciences, май 2008

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

После того как было обнаружено, что геномы человека и мыши различаются всего на 15%, ученые задумались, а чем, собственно, вызвана эта разница? Эти раздумья побудили биологов из Мичиганского университета Бэньян Ляо и Цзяньчжи Чзана посмотреть, как ведут себя гены, присутствующие и у мыши, и у человека, про которые известны, что людям они необходимы для долгой нормальной жизни. Ученые отобрали 120 таких генов и стали один за другим отключать их. Теоретически в результате отключения каждого из них мышшь должна была помереть до достижения половой зрелости либо остаться бесплодной. Эксперимент теорию не подтвердил: мыши никак не реагировали на отключение 22% генов, жизненно необходимых человеку. Секрет открылся просто — эти гены были ответственны за функционирование вакуолей, клеточных органелл, предназначенных для сбора мусора, образующегося в процессе жизнедеятельности клетки. «Жизнь мыши коротка, поэтому она вполне может прожить без той изощренной системы утилизации отходов, которая нужна клеткам долгоживущего человека», — говорит Цзяньчжи Чзан. — Наши результаты показали, что мышшь не может быть универсальной моделью для изучения заболеваний. Например, неврологические заболевания, связанные с вакуолями, на них точно нельзя исследовать — различие с человеком слишком велико».

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

БОРЬБА С КОМАРАМИ ПО-МАССАЧУСЕТСКИ

Инженеры из США придумали прибор, который быстро уничтожает всех комаров на площади в 40 соток.

<http://FarewellMosquitoes.com>

Проблема летней борьбы с кровососущей мошкой стоит не только перед обитателями северных и умеренных широт Евразии, но и по другую сторону земного шара, в Северной Америке. Например, американские инженеры из компании «Кац Инк.» штата Массачусетс решились-таки подступить к, казалось бы, нерешаемой проблеме полностью уничтожения комаров на отдельно взятом клочке земли. Для этого они создали ловушку-пылесос.

«Мы замаскировали пылесос под жилье. Для этого к нему прилагается ароматизатор, содержащий молочную кислоту и октанол — наиболее привлекательные для комарихи компоненты запаха человека. Кроме того, в состав устройства входят горелка и баллон с пропаном. Газ горит и выделяет тепло, а также углекислый газ. Сочетание тепла, ароматов, влажности и углекислого газа подобрано так, чтобы комариха приняла пылесос за настоящее жилье и попала в ловушку», — рассказывает руководитель проекта Кристин Андерсон.

Испытания показали, что именно повышенное содержание углекислого газа вокруг новой ловушки наиболее притягательно для комарих. Ежемесячно тысячи их находили свой конец в специальном накопителе. С учетом того, что это насекомое редко когда пролетает путь более километра от места рождения, в течение месяца после начала круглосуточной работы устройства число комаров на площади в 40 соток вокруг него резко снижалось



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

СО₂ В ЕДЕ

Английский аспирант доказал, что фрукты, овощи и прочую пищу надо есть там, где она выросла.

Nick Mount,
nick.mount@nottingham.ac.uk

Яблочки, картошечка и огурчики со своего огорода не только вкуснее рыночных, выращенных порой за тысячи километров от места продажи. Они еще и помогают бороться с антропогенными выбросами углекислого газа. Как установил Уилл Брукс, аспирант из Ноттингемского университета, поедание килограмма пищи, привезенной в Англию из-за пределов Европы, связано с выбросом пяти килограммов СО₂, а килограмм такой же пищи, выращенной в Великобритании, дает всего 51 грамм. Причина — в том углекислом газе, который выбросил транспорт, перевозивший дешевую еду на большое расстояние.

В частности, Уилл Брукс обследовал 40 лондонских ресторанов и обнаружил, что во многих заведениях блюда готовят из импортных продуктов. То есть их хозяева и посетители, сами не подозревая того, подогревают нашу планету. «Чтобы восстановить справедливость и сделать рестораны, торгующие пищей из местных продуктов, более конкурентоспособными, нужно ввести «экологическую» плату за использование импортного продовольствия. По моим расчетам, пища из Англии в лондонском ресторане должна в результате подорожать на один пенс, из Европы — на два пенса, а из-за пределов ЕС — на восемь пенсов. Вообще, с учетом того, что нынешняя мировая система производства и доставки продуктов питания несет ответственность за 30% выбросов углекислого газа, здесь есть обширное поле для работы», — говорит Уилл Брукс.



Катализаторы

В ПОЧВЕ

Доктор
биологических наук
Т.А.Зубкова,
доктор
биологических наук
Л.О.Карпачевский

В природе ежесекундно происходят миллиарды разнообразных химических реакций. Фотосинтез, синтез в корнях растений, пищеварение у животных, растворение и осаждение веществ, а также образование самых разных соединений. Многие химические реакции идут очень медленно, поэтому организмы ускоряют их с помощью ферментов.

А что происходило на Земле в предбиотический период, когда ферментов еще не было? Ведь каталитические реакции все-таки шли, иначе бы жизнь на планете не появилась. Так, металлы (железо, никель, кобальт, марганец и др.) ускоряли реакции образования органических молекул на Земле, например сахаров. Вполне вероятно, что алюмосиликаты были инициаторами хиральности в живом мире (в живых организмах присутствуют в основном левовращающие L-изомеры

аминокислот). Известно, например, что каолинит ускоряет образование преимущественно L-изомеров.

Самое удивительное, что из катализаторов небиологического происхождения состоит вся поверхностная оболочка нашей планеты — в почве до 75–98% алюмосиликатов, оксидов, гидроксидов железа, марганца и других металлов, а также их солей. Эти минералы имеют довольно развитую поверхность — от 5–10 м²/г в супесчаных почвах до 100–150 м²/г в глинистых. Но конечно, почва не кипит и не бурлит, как реактор на химическом заводе, поскольку активность неорганических катализаторов и скорость реакций в природе несоизмеримы с теми, что на производстве. Например, при 20°C гидратация спиртов на монтмориллоните может идти несколько лет, разрушение гербицидов исчисляется днями или даже годами, углеводороды на каолини-



Поэтому у любого соединения в земле всегда есть несколько вариантов его образования. Так, карбонаты могут быть результатом осаждения солей из почвенных растворов, а могут появиться в результате разложения органического вещества (минерализация гумуса). Железисто-марганцовистые образования могут синтезироваться бактериями, возникать благодаря небиологическим процессам (миграции, растворению, осаждению, компартментации и др.) и даже прилетать с космической пылью из космоса.

О почвенных катализаторах небиологического происхождения известно очень мало. Если ферментативную активность почвы изучают уже более 60 лет, то минеральные катализаторы долгое время оставались в тени. Это и понятно, ведь активность ферментов в несколько десятков раз выше.

Почвенные минеральные катализаторы принципиально отличаются от тех, которые человек создает для промышленных целей. Во-первых, первые имеют совершенно другое строение, в них много примесей, дислокаций и дефектов. Но главное — они ускоряют реакции в совершенно других условиях и с другими скоростями. Если мы говорим о промышленных реакциях, то для них нередко нужны высокие температуры, специальное рН среды, давление в несколько атмосфер. Реагирующих компонентов — единицы, а примеси сведены к минимуму. В почве, напротив, примесей максимум, и влияние их может быть непредсказуемым. В частности, активные каталитические центры могут быть заблокированы водой, органическими соединениями, а также микроорганизмами. Но зато для почвенных катализаторов не нужны специальные условия. Впрочем, и реакции идут медленно — часы, сутки и месяцы.

Минеральные катализаторы, как мы уже сказали, отличаются и от ферментных почвенных систем. Например, на них практически не влияют условия внешней среды и у них низ-

кая избирательность. Они опять же работают гораздо медленнее. Если принять каталитическую активность металла в простых солях за единицу, то активность металла в комплексных соединениях — 10^4 , а в ферментах — $10^7 - 10^{10}$. И единственный показатель, по которому минеральные катализаторы опережают ферменты, — это то, что их очень много в почве (90–99% от массы почвы), особенно в нижних горизонтах.

Совершенно понятно, что наблюдать и описывать химические реакции в почве почти невозможно. Их можно лишь смоделировать, рассчитать и спрогнозировать. Кстати, многие ученые считают, что ни о какой каталитической активности в почве вообще не может быть речи — при такой-то низкой температуре, в присутствии воды и множества ингибиторов и каталитических ядов. Может, в почве действительно нет никаких каталитических реакций — ведь там «грязно», а минералы инертны?

Когда-то, в 70-е годы прошлого века, руководитель лаборатории кинетики и катализа химического факультета МГУ М.К.Топчиева поддержала начинающиеся работы по катализу в почве. Спустя 15 лет под руководством В.В.Ющенко в лаборатории катализа МГУ исследователи определили кислотные центры почвенной минеральной матрицы, и это был первый шаг к пониманию почвенной каталитической системы.

Сейчас о почвенных катализаторах известно уже много. Доказано, что это не миф и что минералы ускоряют почвенные процессы, а также участвуют в разложении загрязнителей.

Немного истории

Сложилось несколько независимых направлений исследований минеральных катализаторов.

Первое — агрохимическое, или «пестицидное». Интенсивное применение ядохимикатов в сельском хозяйстве имело два результата: положительный и отрицательный. Положительный — был побежден малярий-

те образуются за 5–6 месяцев (при 80°), а аминокислоты полимеризуются за месяц.

Почва и катализ

Сегодня основные катализаторы в почве — это в первую очередь ферменты в клетках микроорганизмов. Они ускоряют разложение отмерших растений до менее сложных органических веществ. После того как микроорганизмы отмирают, многие ферменты адсорбируются на твердых частицах и продолжают жить, сохраняя свою активность (конечно, она в несколько раз меньше их активности внутри клеток). Естественно, помимо ферментов, в почве, как и в добиотические времена, присутствуют и другие катализаторы: минеральные (алюмосиликатные минералы, оксиды, гидроксиды металлов, соли, кислоты), органические и органоминеральные соединения.

ный комар и многие вредители растений. Отрицательный очевиден: пестициды сохранялись в почве годы и десятилетия, поэтому они могли попасть в пищу человека. А некоторые пестициды превращались в еще более токсичные продукты, как получился с ДДТ.

Поэтому одним из важнейших предметов исследования стало поведение ядохимикатов в окружающей среде. Оказалось, что разложение пестицидов, таких, как ДДТ, паратион, диазинон, малатон, ронел, атразины, триазины, линурон и др., в почве ускоряется не только микроорганизмами и иммобилизованными ферментами, но и минералами. Ученые многих стран (Израиль, Китай, Испания, США и др.) доказали, что почвы и глинистые минералы работают в этом процессе как катализаторы. Причем такие реакции проходят не за годы, а за часы и сутки.

Второе направление исследований, в котором также подтвердилась каталитическая роль минералов, — это формирование гумуса. В конце XX века человечество столкнулось с последствиями хищнической эксплуатации почв: резко уменьшилось количество гумуса, снизилось плодородие почвы, она потеряла свою структуру. Поэтому проблема восстановления или синтеза гумуса стала особенно актуальной. Оказалось, что образование гумусоподобных веществ катализируется глинистыми минералами. Китайские ученые показали, что в присутствии монтмориллонита, каолинита, иллита (глинистых минералов) укрупняются молекулы органических соединений. Причем без минералов такие гумусоподобные вещества не образуются.

Гумусовые молекулы очень большие (1000—100 000 дальтон), но таких готовых молекул нет ни в растительных остатках, ни в живых организмах, обитающих в почве. Как они

формируются, до сих пор не очень понятно. Одна из версий их происхождения связана как раз с каталитической активностью глинистых минералов: на их поверхности происходит конденсация соединений, которые удерживаются силами Ван-дер-Ваальса; в этом слое создается повышенная концентрация веществ, а дальше вступают в действие законы катализа. Начинаются перегруппировка этих молекул, трансформация и укрупнение. В итоге образуются гумусоподобные высокомолекулярные вещества, крепко связанные с минеральными частицами, причем их содержание пропорционально поверхности минеральных частиц.

Третье направление можно условно назвать ферментативным, поскольку именно почвенные микробиологи накопили экспериментальный материал по ферментативной активности почвы, в том числе и стерилизованной, без микроорганизмов. Однако парадокс в том, что эти данные были им совсем неинтересны. Они констатировали, что в ферментативных реакциях (ферменты каталаза, уреазы, инвертазы, гидрогеназы и др.) почвенные образцы после стерилизации показывали остаточную активность, иногда довольно высокую. Объяснить это можно только действием минеральных катализаторов, которые после стерилизации скорее повышают свою активность, в отличие от ферментов. Например, каталитическая активность гумусового горизонта А (там максимальное количество ферментов) после кипячения снижается почти до нуля, а после прокалывания — лишь на 20—30%. А в самых нижних почвенных горизонтах (150—250 см, где нет ферментов) кипячение увеличивает каталитическую активность почвы.

Оказалось, что каталитическая активность стерилизованных почв Московской области (на примере реак-

ции разложения 2—3% H_2O_2), взятых на глубине 50—100 см, очень высока (рис.1). Уже понятно, что за это ответственны железисто-марганцовистые образования, марганцовистые пленки, в которых концентрация Fe и Mn в десятки раз больше, чем в среднем почвенном образце. Оксиды марганца (IV), пиролюзит, — самые каталитически активные соединения. Почвенные формы железа и марганца могут катализировать и разложение органических гидропероксидов.

Мы уже упомянули, что в почве продолжают жить иммобилизованные ферменты после того, как погибли их «хозяева». Выживают далеко не все внутриклеточные ферменты, а самые простенькие — катализирующие реакции разложения, окисления, изомеризации, обмена. Но в почве такие реакции могут ускорять и минеральные катализаторы, поскольку внеклеточные ферменты теряют свою специфичность и становятся менее активными. А таких, например, ферментов, как лигазы, в почве во внеклеточном состоянии не обнаружили вовсе.

Все это означает, что иммобилизованные ферменты не могут быть ключевым игроком в реакциях, ведущих к укрупнению молекул. Однако эти реакции возможны с участием алюмосиликатных катализаторов. Вот и получается, что в процессе эволюции минералы совсем не утратили свои позиции после появления в биосфере ферментов. Они просто разделили функции, и очень важная, гумусообразование, осталась за минералами.

Последнее, четвертое направление связано с ускорением разложения загрязняющих веществ. Сегодня хорошо известно, что микроорганизмы играют решающую роль только на первых этапах, а через месяц-другой их активность резко падает. Остав-

Катализ на службе человека

Расцвет исследований катализаторов приходится на середину XX века, и тогда же их стали широко использовать в промышленности. Минеральные и металлоорганические катализаторы исправно служат человеку: без них не обходится почти ни одно химическое производство. В какой-то момент казалось, что их удалось довести до совершенства —

все, что можно, из них выжали. Тем не менее одно время их пытались заменить на более эффективные — ферментные, для чего последние иммобилизовали на носителях. Но выяснилось, что они все же не могут сравниться по механической прочности, стойкости в агрессивных средах и высоких температурах с оксидами или алюмосиликатами,

которые выдерживают более 600°C. Спустя десятки лет исследователи снова вернулись к глинистым минералам, научившись модифицировать их кристаллическую структуру, и опять они пошли в ход.

Сегодня развиваются нанотехнологии, и это открывает новые пути в совершенствовании катализаторов. Например, создаются структуры, состоящие из одних активных центров. За открытия в области катали-

за уже получено шесть Нобелевских премий. Все эти достижения касаются только химических производств и технологий, то есть того, что придумал и создал человек для себя. И вместе с тем почти ничего не известно о каталитических процессах в биосфере в предбиотический период, когда еще не было организмов, — о катализе, который существовал без ведома человека.

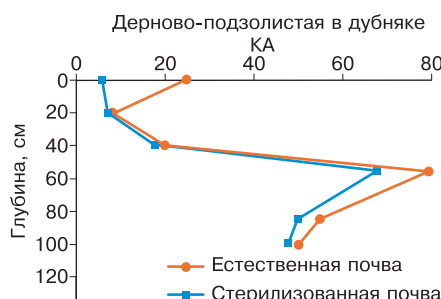
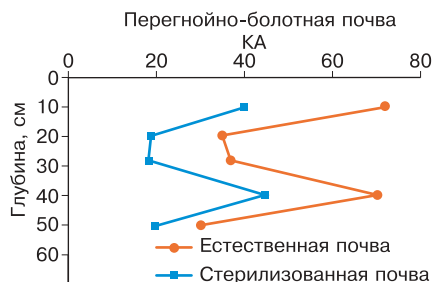


шиеся углеводороды трансформируются очень медленно, и именно в этой второй фазе участвуют минеральные катализаторы. Соли железа специально вносят в почву вместе с окислителями. Дело в том, что металлы с переменной валентностью даже в форме простых солей очень плохо связываются с органическим веществом почвы, их каталитическая активность возрастает в десятки раз. С их помощью активно разлагаются нефть, дизельное топливо, бенз(а)пирены и другие вредные соединения.

Как мы видим, несколько независимых направлений исследований

адсорбируя вещества, они задают направление реакций, то есть то, как развивается почва в целом. Начальной точкой этого процесса можно считать исходную минеральную матрицу, то есть поверхность минеральных частиц. Обычно мы имеем дело с глинистыми, суглинистыми и супесчаными породами.

Адсорбция соединений на минеральных частицах и их превращение происходят на активных центрах, которые могут быть и каталитическими. В почвах европейской части России (подзолистых, дерново-подзолистых, черноземах, серых лесных,



1
Так изменяется каталитическая активность (КА) почвы, отобранной с разной глубины.

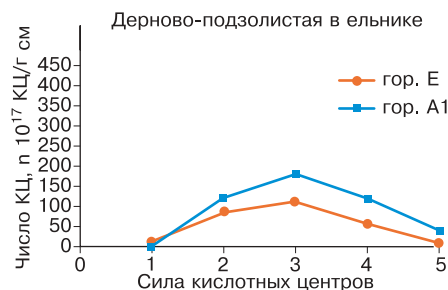
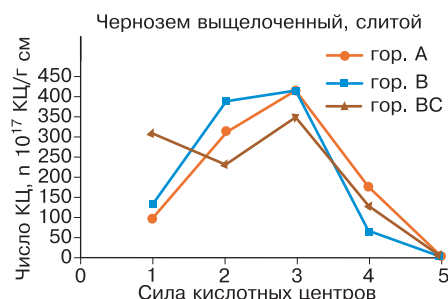
Одна кривая — это исходные образцы почвы, вторая — после стерилизации ее сухим жаром при 180°С.

Каталитическую активность померяли на окислительно-восстановительной реакции разложения 2% H₂O₂ (единицы измерения — см³ O₂ / 1 г почвы за 10 минут)

однозначно подтвердили, что почвенные минералы продолжают работать как катализаторы, помогая в формировании почвы и удаляя из нее загрязнения.

Минеральная каталитическая матрица

Теперь, когда этот факт не вызывает сомнений, можно углубиться в подробности. Минеральные катализаторы не только ускоряют процессы, которые идут в почве. Избирательно



2
Каждый горизонтальный слой в почве (горизонт А, В...) имеет свою матрицу, которая отличается по числу и силе кислотных центров (КЦ).

По оси у — КЦ/1 грамм почвы, по оси х — центры разной силы: 1 — очень слабые, 2 — слабые, 3 — средней силы, 4 — сильные и 5 — очень сильные.

В черноземных почвах много «слабых» и «очень слабых» центров, а в дерново-подзолистых почвах Московской области «очень слабых» кислотных центров нет

красноземах и бурых лесных) большинство активных центров имеют кислотную природу, в черноземах встречаются центры основной природы, но их гораздо меньше. Активные центры на минералах можно выявить с помощью аммиака. При комнатной температуре NH₃ адсорбируется на кислотных центрах (одна молекула на один центр) и по-разному удерживается на них. Если образец нагреть, то по температуре десорбции NH₃ (Td) можно оценить силу кислотных центров.

Минеральная матрица каждой почвы характеризуется спектром активных центров. Любой почвенный горизонт имеет свой спектр, то есть свою неповторимую минеральную матрицу (рис. 2), которая и определяет все дальнейшие свойства почвы. В частности, свойства адсорбированного гумуса (его удельная поверхность, плотность, поверхностная концентрация) также зависят от строения первичной минеральной матрицы.

В 2000 году исследователи обнаружили, что минералы могут и увеличивать токсичность некоторых веществ в почве. Это оказалось неожиданным, ведь обычно почва играет роль детоксикатора и консерватора попадающих в нее загрязнителей. Она действительно задерживает в верхнем гумусовом слое (0–5 см) тяжелые металлы, радионуклиды и другие вещества, препятствуя их попаданию в грунтовые воды и в водоемы. Почва разлагает и ядохимикаты до менее токсичных производных. Но если в нее попадают прионы — микроскопические инфекционные частицы, которые вызывают коровье бешенство и скрепи у овец и коз, — то их активность, после связывания с минеральными частицами, возрастает в сотни раз. Эта область изучена меньше всего, но есть предположение, что здесь также работают минеральные катализаторы.

Катализаторы небиологического происхождения существовали до зарождения жизни на Земле, но они и сегодня широко распространены в природе. Доказано, что они ускоряют множество почвенных реакций, в том числе разложение органических веществ и синтез гумуса. Мы еще далеко не все знаем про работу этих, казалось бы, простых неорганических соединений, но потенциал у них очень большой. Может быть, когда-нибудь природные минеральные катализаторы станут основой нанотехнологий в сельском хозяйстве.



У истоков МНОГОКЛЕТОЧНОСТИ

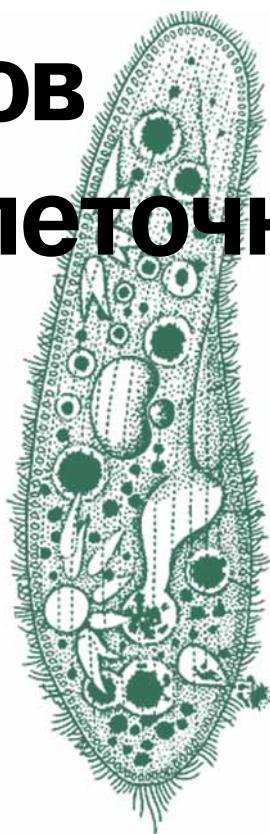
Кандидат биологических наук
Ю. П. Фролов,
профессор Самарского государственного университета

Переход биосистем от одноклеточного состояния к многоклеточному породил громадное разнообразие форм организмов, которые, сменяя друг друга в процессе эволюции, вышли из Мирового океана на сушу, освоили воздушное пространство, а один из наиболее совершенных видов начал штурмовать космос. Но долгим и драматичным был путь от протобионтов к простейшим одноклеточным, один из видов которых, в свою очередь, стал прародителем многоклеточных.

Первые примитивные протоклетки были хорошо обеспечены питательными веществами небиологического происхождения, которые накопились в водах Мирового океана до появления живых существ. Однако вскоре запасы абиогенных субстратов стали истощаться. Возникла жесткая конкуренция между одноклеточными организмами, породившая вначале сапрофитизм — питание телами и продуктами деградации отмирающих клеток, а затем и хищничество. При этом у более крупных организмов было преимущество. Появились эукариоты — имеющие ядро одноклеточные, с массой на три порядка больше, чем у безъядерных прокариот, которыми они питались.

Однако увеличение размера клетки имело предел, связанный прежде всего со сложностью управления системой. Преодолеть этот порог удалось за счет объединения одноклеточных, которое привело к появлению многоклеточного организма. Множество соединенных между собой клеток не мог проглотить даже очень крупный одноклеточный хищник! Вряд ли есть основание сомневаться в том, что такой организм, подобно современным многоклеточным, представлял собой клон — все его клетки были потомками одной, родительской.

Многоклеточное существо нельзя рассматривать просто как сумму клеток. Перед ним встает множество новых задач, которых не знали одноклеточные. Одна из них — обеспечение всех клеток питательными веществами и кислородом, а также отвод вредных продуктов обмена. Разумеется, у многоклеточных имелись и другие проблемы: нужно было создать механизмы, управляющие поведением отдельных клеток, обеспечить размножение, передачу потомству и реализацию морфогенетической информации... Чрезвычайно сложно найти ответ на вопрос о том, как все это происходило. Исследователь имеет в своем распоряжении лишь конечный результат — сегодняшнее состояние биосистем, которое трудно осмыслить без привлечения эволюционного подхода. В этой статье будет рассмотрен только один вопрос: как примитивный многоклеточный организм научился решать «транспортные проблемы» отдельных клеток.



Инфузория туфелька. Возможно, похожие простейшие были «кирпичиками», из которых образовались многоклеточные

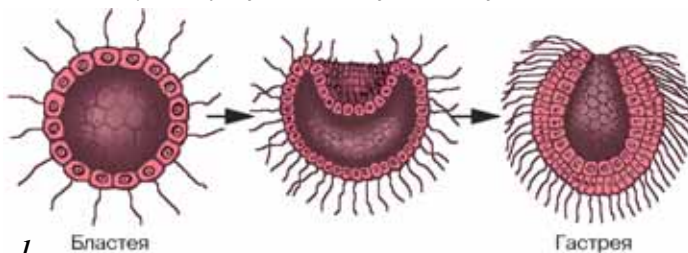
Перед тем как перейти к основной части, заметим, что многоклеточные организмы тоже ограничены в размерах. Поэтому они объединяются в сообщества, образуя в иерархии систем новую ступень, обремененную принципиально теми же проблемами, которые пришлось преодолевать при переходе от одноклеточного уровня к многоклеточному. Особенно наглядно это проявляется в человеческих обществах и их эволюции.

Инвагинация, деляминация, иммиграция?

После того как ученые осознали, что многоклеточные организмы произошли от одноклеточных, возник вопрос о путях этого перехода. Во второй половине XIX века каждый крупный биолог опубликовал свою точку зрения на этот вопрос. К единому мнению они не пришли, и проблема, по выражению академика А.А.Заварзина, «сошла со сцены, не будучи решенной». Ученые же занялись другими, «более злободневными» исследованиями. Между тем, хотя проблема происхождения многоклеточных животных (Metazoa) на первый взгляд кажется чисто академической, без ее решения невозможно глубоко осмыслить многие явления, напрямую связанные с практической медициной: эмбриогенез человека, регенерация тканей, дифференцировка стволовых клеток в организме и т. д.

Толчком к созданию многочисленных теорий происхождения Metazoa в большой мере послужили успехи эмбриологии, позволившие сформулировать биогенетический закон, согласно которому онтогенез (индивидуальное развитие) всякого организма представляет собой краткое повторение филогенеза — развития данного вида. Дополнительный материал дала сравнительная зоология.

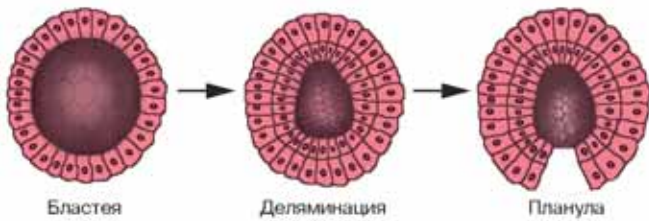
Эрнст Геккель полагал, что многоклеточные животные развились из шарообразной однослойной колонии одноклеточных простейших — жгутиконосцев. Эта колония, названная им бластеей, в процессе эволюции претерпела впячивание (инвагинацию), и в результате получился двуслойный мешок с



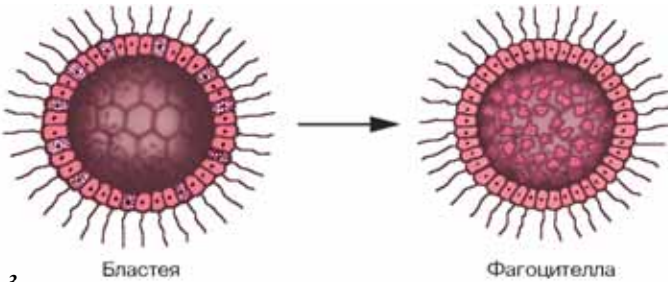
1 **Бластеея**
Образование гастрей по Геккелю

широким отверстием. Полость мешка стала кишкой, а отверстие — первичным ртом. Наружный слой клеток сохранил только локомоторную функцию, а внутренний — только пищеварительную. Этого двуслойного предка многоклеточных Э.Геккель назвал гастреей (рис. 1). Здесь видна аналогия с двумя стадиями эмбрионального развития, через которые проходят современные многоклеточные: бластулой и гастролой.

Рей Ланкастер тоже считал предком многоклеточных полую шаровидную колонию, которая стала двуслойной в ре-



2
Образование планулы по Ланкастеру



3
Образование фагоцителлы по Мечникову

зультате разделения однослойной стенки на два слоя (деляминации): каждая клетка разделилась на две дочерние, «внешнюю» и «внутреннюю». Первичный рот у такого организма, которого автор гипотезы назвал планулой, образовался путем прорыва стенки (рис. 2).

И.И.Мечников также предположил, что многоклеточные животные произошли из колонии жгутиконосцев, имевшей более или менее шарообразную форму. Отдельные клетки, сильно нагруженные питательными частицами, сбрасывали свой жгутик и переходили внутрь колонии, где переваривали эти частицы. После этого они порою возвращались на поверхность колонии для поглощения новых пищевых частиц. В результате образовалось плотное существо, поверхностные клетки которого, снабженные жгутиками, выполняли локомоторную функцию, а внутренние — пищеварительную. Такого предка многоклеточных И.И.Мечников назвал фагоцителлой, от слова «фагоцитоз» — активный захват и поглощение клеткой микроскопических живых объектов и твердых частиц (рис. 3).

Кроме того, была предложена неколонияльная модель происхождения многоклеточных животных (И.Делаж, И.Хаджи и др.) — оригинальная, хотя и не слишком реалистичная. О ней мы расскажем чуть позже.

Модели Геккеля, Ланкастера, Мечникова пользуются заслуженным признанием, однако у них имеется один общий недостаток — «немотивированность» превращения колонии в многоклеточный организм. Например, почему шарообразная бластема начинает превращаться в мешковидное двуслойное образование, какие силы вызывают впячивание одной ее половины внутрь? В конечном счете гастрей получает некоторые преимущества в отношении питания колонии, но лишь после завершения впячивания, вначале же никаких преимуществ она не имеет. Между тем известно, что эволюция аванса не дает, отбор совершается по результату: если новый признак полезен организму, то он сохраняется, если вреден — элиминируется. Можно предположить, что гастрей образовалась случайно, потому что в эволюции помимо каузальности остается место и для случайности. Однако последняя обычно играет роль «бабочки Лоренца» в точках бифуркации, когда система осуществляет выбор между двумя альтернативными траекториями своего развития, практически равноценными на данный момент. Незначительное по силе воздействия (взмах крылышек бабочки) может склонить чашу весов в ту или иную сторону. Образование гастреи под такой вариант не подходит, потому что впячивание — реорганизация, следовательно, нарушение существующей организации.

«Немотивированным» оказывается и поведение клеток, осуществляющих пищеварение, у фагоцителлы И.И.Мечникова.



Почему флагеллята, будучи свободноплавающим одноклеточным организмом, поглощала пищевые частицы, не сбрасывая свой жгутик, а в условиях колонии вдруг перешла на амебодную форму движения и зачем-то стала мигрировать внутрь, затрачивая на это дополнительную энергию? В чем заключается изначальная целесообразность этого процесса, коль скоро положительная сторона его проявится значительно позднее, когда образуется пищеварительная полость внутри колонии? Снова мы видим, что случайность не могла запустить такой сложный процесс, а естественный отбор не мог его закрепить «авансом».

В основе удивительной целесообразности строения и функционирования биосистем и разумности человеческого поведения лежит один и тот же механизм проб и ошибок с последующим выбором оптимального варианта. Это дает основание исследователю мысленно ставить себя на место Природы и логически решать «за нее» различные проблемы эволюции. При использовании сведений из эмбриологии нужно учитывать, что эмбриогенез — не бесстрастный летописец филогенеза, пытающийся донести до нас истинную картину становления Metazoa: он решает свои задачи. Предлагаемая модель происхождения многоклеточных животных, как продукт любого ретроспективного исследования, носит предположительный характер, но она учитывает причинно-следственные связи и факторы, обуславливающие эволюционный процесс.

Разрушение и созидание

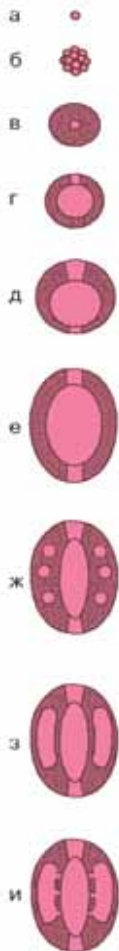
Ничто не возникает из ничего. Основой для образования колонии, из которой впоследствии сформировался многоклеточный организм, был представитель простейших с богатым набором функций и выполняющих их структур — другими словами, переход к многоклеточности готовила вся предшествующая эволюция. Трудно сказать наверняка, что это было за простейшее, но далеко не факт, что оно, как полагают авторы перечисленных выше теорий, было именно жгутиковым. В ту пору у простейших существовали все формы движения, да и у современных организмов, включая человека, одновременно обнаруживаются клетки со жгутиком (сперматозоид), ресничками (ресничные клетки верхних дыхательных путей и яйцевода), с амебодным движением (лейкоциты) и мышечным сокращением (миофибриллы многоклеточных сходны с мионемами простейших). Не исключено, что таким простейшим была ресничная инфузория, похожая на инфузорию тувельку с ее богатыми функциональными возможностями.

Некоторые представители таких простейших после деления перестали расходиться: их связывали точечные контакты. Этому могла способствовать, например, повышенная концентрация в окружающей среде ионов кальция, который вызывает клеточную адгезию. Слипание клеток благодаря специфическим молекулам, находящимся на их поверхности, наблюдается, в частности, у амеб слизевика.

В результате адгезии из потомков одной особи образовалась колония (клон), которая по мере деления клеток увеличивалась в размерах. Лучше всего были обеспечены пищей клетки, расположенные на поверхности колонии, поэтому они быстрее де-

лились и позволяли ей поддерживать относительно шарообразную форму. Глубже расположенные клетки получали меньше пищи, которая поступала к ним по межклеточным промежуткам в виде более мелких эукариот и бактерий, а также растворенных в воде веществ, не до конца переваренных верхними клетками отходов. Когда колония достигала определенного размера, клетки внутри нее оказывались «замурованными»: до них не доходила пища и кислород, а продукты их собственного обмена веществ не вымывались наружу (рис. 4 а, б).

Таким образом, дальнейшее увеличение размера колонии вошло в противоречие с механизмом обеспечения клеток. Воз-



можны разные способы выхода из этого тупика. Тот путь, по которому пошли предки современных высших животных, заключался в следующем. «Внутренние» клетки, голодающие, страдающие от недостатка кислорода и избытка продуктов обмена, стали подвергаться аутолизу (аутолизу) — переваривали сами себя с помощью гидролитических ферментов (рис. 4 в). Продукты переваривания поступали в еще живые клетки, продлевая на некоторое время их существование: низкомолекулярные вещества — путем диффузии и пиноцитоза, а фрагменты клеток — путем фагоцитоза.

По мере роста колонии область в ее центре, где происходил аутолиз, расширялась и заполнялась гидролитическими ферментами, которые выходили из погибших клеток. Наступил момент, когда при ухудшении условий наружного питания стенка колонии утончилась, и произошел ее прорыв — «прободение» (рис. 4 г).

4

Схема аутолитической модели происхождения многоклеточных:

- а — одиночная клетка; б — малая колония;*
- в — колония с центральной областью аутолиза;*
- г — колония с первичным отверстием;*
- д — колония с двумя отверстиями;*
- е — колония, вытянутая в длину;*
- ж — колония с очагами аутолиза в стенке пищеварительной трубки;*
- з — очаги аутолиза слились;*
- и — колония с целомом и мезодермой (обозначена жирным контуром вокруг целома)*

Это событие оказалось ключевым в дальнейшей судьбе колонии. Через образовавшееся отверстие из окружающей среды внутрь колонии стали проникать одноклеточные организмы, которые поглощались ее клетками. В большой мере этому способствовали скопившиеся здесь гидролитические ферменты, а также ферменты самих поглощаемых клеток. Так внутри колонии появилась гастральная полость, способная переваривать пищу, поступающую извне.

В переваривании пищи принимали участие все основные типы пищеварения: полостное (внеклеточное), внутриклеточное и, возможно, мембранное (с участием ферментов, находящегося на клеточной мембране). Как утверждает известный специалист в области трофологии академик А.М.Уголев, каждый из этих типов пищеварения встречается на всех уровнях эволюционной лестницы. Какой из типов пищеварения преобладает, зависит от условий существования клетки. Очевидно, что полостное пищеварение возможно только в том случае, если имеется более или менее замкнутая полость, в которую выделяются ферменты: иначе не удастся создать достаточно высокую их концентрацию. Поэтому наружные клетки колонии используют внутриклеточное пищеварение, а для внутренних клеток более эффективно полостное.

Новые полости и новые органы

Через образовавшееся отверстие помимо пищи внутрь полости стал поступать кислород, а из нее удаляться токсичные продукты обмена веществ. Все это способствовало быстрому делению клеток, прилегающих к гастральной полости, особенно расположенных ближе к отверстию. Удаленным от него клеткам доставалось меньше пищи, а в противоположном от отверстия конце полости, особенно у крупных колоний, они вообще голодали и подвергались аутолизу. Этот участок стенки истончался и прорывался, благодаря чему появлялось еще одно отверстие, через которое внутрь колонии могло поступать дополнительное количество пищи (рис. 4 д). Тогда наметилась тенденция к более быстрому росту колонии в продольном направлении — вдоль оси симметрии. При этом увеличивалось число поверхностных клеток, поглощающих пищу, в расчете на единицу массы колонии (рис. 4 е). После образования двух отверстий и вытягивания колонии в продольном направлении первоначально мешковидная гастральная полость превратилась в пищеварительную трубку, которая стала основой для образования пищеварительной системы.

Но это еще не все. Более эффективное обеспечение колонии пищей, особенно со стороны пищеварительной трубки, повело к увеличению толщины ее стенки. Однако, несмотря на поступление продуктов питания в колонию с двух сторон (снаружи и изнутри), в толще стенки снова стали появляться очаги, куда поступало недостаточное количество пищи. В них начался аутолиз и образовались небольшие полости (рис. 4 ж). Затем эти полости слились, и вокруг пищеварительной трубки появилось заполненное ферментами пространство (рис. 4 з). Вероятно, действие пищеварительных соков с двух сторон способствовало образованию в некоторых местах новых «прободений». Через них из пищеварительной трубки в зону аутолиза стали поступать питательные гидролизаты и кислород, а вредные продукты начали вымываться. Этому способствовала сократительная работа клеток, которые попеременно выдавливали из новой полости ненужные продукты обмена и засасывали в нее питательные вещества и растворенный кислород. Так между наружным слоем клеток колонии — эктодермой и пищеварительной трубкой — энтодермой образовалась вторичная полость тела, или целом. Клетки вокруг нее представляли собой средний слой — мезодерму (рис. 4 и).

В отличие от клеток наружного и внутреннего слоев, которые выполняли вполне определенные функции (защитную, локомоторную, пищеварительную), клетки мезодермы, особенно прилегающие к пищеварительной трубке, находились в «привилегированном» положении: получали готовые питательные вещества и кислород, а в функциональном отношении оставались балластом для колонии. Они и послужили основным материалом для образования специализированных клеток, из которых затем сформировались многие внутренние органы многоклеточного животного. Целом поддерживал биохимическое постоянство внутренней среды организма, в который превратилась колония, выполнял опорную, трофическую, выделительную, половую, дыхательную и другие функции. Позднее появились сердечно-сосудистая, мочеполовая, дыхательная и пищеварительная системы. Заметим, что все они, за исключением сердечно-сосудистой системы высших животных, имеют непосредственный выход во внешнюю среду. У дыхательной и сердечно-сосудистой систем сохранился ритмический (сокращение — расслабление) режим работы, наиболее четко проявляющийся у наземных позвоночных. Движение пищи в пищеварительной трубке приобрело одностороннюю направленность. Благодаря высокой эффективности полостного пищеварения наружный слой колонии утратил свою пищеварительную функцию.

Поскольку основное направление эволюции Metazoa определялось процессом аутолиза, предлагаемую модель можно назвать аутолитической (аутолитической).

Пути специализации

Итак, мы рассмотрели магистральное направление эволюции многоклеточных животных. Но были еще и альтернативные, тупиковые пути. Примитивное малоподвижное животное трихоплакс представляет собой тонкую пластинку, не более 4 мм в поперечнике. Пищеварение у него как внутриклеточное, так и наружное, с участием пищеварительного секрета клеток брюшного эпителия. Плоская форма тела позволяет избежать проблемы со снабжением клеток пищей, но одновременно делает невозможным формирование крупного, сложно устроенного организма. Губки решили проблему снабжения своих клеток пищей с помощью интенсивной фильтрации воды через многочисленные поры и каналы, пронизывающие тело, но в результате им пришлось «отказаться» от полостного пищеварения (оно у губок внутриклеточное). Органическая привязанность губок к воде делает невозможным их выход на сушу. Их образ жизни — неподвижный, характерный для примитивных организмов. У трихоплакса и губок примитивной организации соответствует и крайне низкое разнообразие специализированных клеток. На стадии двухслойного мешка «застряла» гидра — представитель магистрального пути эволюции, ведущая «оседлый» образ жизни.

Представители магистрального пути развития многоклеточных получили независимость от водной среды благодаря замкнутой кровеносной системе. Именно она дала им потенциальную возможность выхода на сушу, а также обеспечила их клеткам благоприятные условия для жизни и дальнейшего совершенствования. Появляется большое разнообразие специализированных клеток. Элементарной базой высокоорганизованных простейших, от которых произошли многоклеточные, были

органойды — структуры, построенные из биомакромолекул, и сами макромолекулы. Элементарной базой многоклеточных стали специализированные клетки. Естественно возникает вопрос: как они образовались?

Авторы неколониальной модели происхождения многоклеточных, упоминавшейся в начале статьи, решали эту проблему просто. Многоядерная инфузория одновременно делилась на множество связанных между собой клеток, в каждую из которых кроме ядра попадали те или иные специализированные участки цитоплазмы. Нельзя не признать, что такой вариант развития событий выглядит фантастичным.

Скорее всего, процесс неравноценного деления простейшего был растянут во времени. Подобно клетке, которая может произойти только от клетки, все внутренние структуры в материнской клетке, вероятно, могут удвоиться, если в исходной дочерней клетке имелся их полный набор. Они исполняют роль индукторов для молекул ДНК. Так реализуется принцип положительной обратной связи. При делении клетки структуры, представленные большим числом экземпляров — рибосомы, митохондрии, внутренние мембраны и др., — вероятнее всего попадут в обе дочерние клетки. Те же структуры, которые представлены очень малым количеством экземпляров, могут распределиться неравномерно и в одну из клеток не попасть (аналогичная ситуация может случиться и при распределении хромосом).

Клетка, лишенная одной из жизненно важных структур, и в условиях одиночного существования обречена на гибель. Другое дело — многоклеточный организм, в котором такая «обделенная» клетка, даже лишившись ядра, как, например, эритроцит млекопитающих, не погибнет. Другие клетки будут снабжать ее всем необходимым, а она получит возможность направить освободившиеся ресурсы (вещества и энергию) на разви-

тие других структур и функций. Так начинается специализация клетки. Через ряд последующих неравноценных делений она может углубиться и породить множество узкоспециализированных клеток за счет потери ими нескольких структур. В организме позвоночного животного имеется до 200 (по некоторым данным, более 300) типов клеток. Однако наряду с узкоспециализированными клетками существуют и тотипотентные (стволовые) клетки.

В процессе эволюции помимо формирования многоклеточного организма решилась и сложнейшая проблема его размножения. Если примитивные организмы могут производить потомство с помощью почкования, то представители сложно организованных видов размножаются только половым путем, обязательно включающим зародышевое развитие. За очень короткий отрезок времени зародыш проходит путь, на который эволюция затратила сотни миллионов лет. Цитодифференцировка и морфогенез — отдельная интереснейшая проблема. Некоторые подходы к ее решению изложены в только что вышедшей из печати книге автора «Эволюционная биохимия» (изд-во «Самарский университет», 2007).

Таким образом, на ранней стадии формирования многоклеточных животных аутолиз, оставаясь процессом деградациии, выполнял формообразующую функцию. Здесь снова можно усмотреть подобие между филогенезом и онтогенезом: точно так же, например, в индивидуальном развитии амфибии для превращения головастика в лягушку совершенно необходим фагоцитоз, который уничтожает хвост, ненужный во взрослой жизни.

АшЛэнд AshLand

Предлагаем свои услуги заинтересованным лицам и организациям в областях деятельности:

— ХИМИЯ:

поставка продукции для биохимической очистки промышленных сточных вод, исследование и разработка оборудования экспресс-контроля, анализ рынков ;

— ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:

исследование и разработка новых приборов экспресс-контроля качества продукции, анализ рынков;

— НЕДВИЖИМОСТЬ:

промышленные и нежилые объекты — аренда, покупка, участие в аукционах и конкурсах, консультирование и пр.



Тел.+74991574473; Факс.+74991575111; e-mail: ashland@inbox.ru



Мозг ищет хозяина

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

После фильма «Прогулки с динозаврами» животные мезозойской эры стали для нас такой же реальностью, как современные слоны или крокодилы. Однако мало кто задумывается, как ученые реконструируют облик и повадки существ, живших десятки миллионов лет назад. Основной фактический материал палеонтологов – окаменевшие кости. Исходя из их размеров и строения, исследователи воссоздают фигуру животного, позы, которые оно могло бы принимать, представляют, как оно двигалось. По зубам можно определить тип питания, по форме черепа судить об особенностях строения головного мозга. Сопоставив все известные факты, ученые предполагают, какой образ жизни вел тот, кто превратился в окаменевшие остатки. Рассказ о новом существе обходит весь мир, а потом нередко оказывается, что исследователи ошиблись. А ошибаются они потому, что по костям всего не узнаешь. Но, увы, даже окаменевшие мышцы – чрезвычайная редкость, а еще большая редкость – окаменелости, позволяющие судить о размерах и форме органов чувств.

Российским ученым невероятно повезло. В 1993 году участники экспедиции кафедры исторической геологии и палеонтологии Саратовского государственного университета нашли почти полностью сохранившийся окаменевший мозг птицы, жившей в сеноманском периоде мезозоя (около 90 млн. лет назад). Уникальную находку передали в Палеонтологический институт РАН, где она попала в руки специалистов под руководством доктора биологических наук Евгения Николаевича Курочкина.

Окаменевший мозг обнаружили в местонахождении Меловатка-3 в Жирновском районе Волгоградской области близ реки Медведицы, одно-



Мозг церебависа – все, что осталось от существа, жившего 90 миллионов лет назад. Он причудливо сочетает архаичные черты, такие, как развитый обонятельный тракт и грушевидная форма крупных больших полушарий, с прекрасно развитым средним мозгом, какой и не снился современным птицам. Такая оригинальная мозговая конструкция не нашла дальнейшего воплощения в эволюции позвоночных. Почему – неизвестно

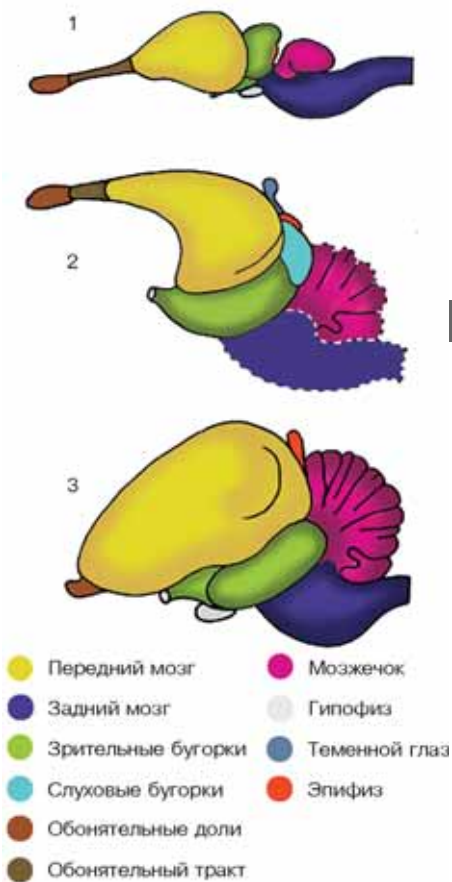
го из самых крупных притоков Дона. В многочисленных оврагах возле реки обнажены разрезы морских отложений мощностью более 70 метров. В этих отложениях, среди окаменевших остатков моллюсков и кремниевых губок, зубов и позвонков рыб, плезиозавров и ихтиозавров, ученые и обнаружили ископаемый мозг размером с ноготь большого пальца (длина находки чуть больше 20 мм, максимальная ширина – 13,57 мм, а наибольшая высота – 13,72 мм). Эта крохотулька была покрыта пятнами и наростами необычайно крепкого фосфатизированного кремнезема, который не удавалось снять при ручном препарировании, поэтому находку поначалу приняли за птичий череп. Но когда ее свозили в Канзасский университет и там с помощью пневматической иглы очистили от породы, взорам ученых предстало ядро практически полного головного мозга. В университете Антверпена (Бельгия) мозг обследовали на рентгеновском микромографу. Ученые сделали 1022 рентгеновских сечения, анализ которых позволил различить собственно мозг и несколько уцелевших костных фрагментов.

Как получилось, что нежное вещество мозга сохранилось лучше, чем кости? Все зависит от условий. В

теплой слабощелочной воде древнего моря, насыщенной минеральными веществами и органикой, мягкие ткани иногда минерализовались в считанные минуты. Найденное ядро мозга состояло в основном из двух минералов: фосфата кальция ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) и кремнезема ($\text{SiO}_2(\text{H}_2\text{O})_n$). Более мягкие фосфатно-кальциевые кости со временем в основном разрушились, а окаменевший мозг остался.

Его поверхностная структура сохранилась великолепно. Легко можно разглядеть передний мозг, обонятельные луковицы, теменной глаз, средний мозг, эпифиз и полость от мозжечка, который, видимо, имел вытянутую форму и был не слишком велик. Но это все, что осталось от неизвестного древнего существа. Неудивительно поэтому, что его назвали *Cerebavis cenomanica*. Название происходит от двух латинских слов: *segebrium* (мозг) и *avis* (птица).

Мозг церебависа обладает развитыми большими полушариями округло-овальной формы, и по этому признаку напоминает мозг современных птиц (только у них полушария более округлые). Судя по общей форме ископаемой находки, глаза церебависа были тесно сближены и расположены впереди мозга (тоже типично птичья черта). Но есть у него особен-



Сравниваем мозги крокодила (1),
церебависа (2) и голубя (3)

церебависа хорошо развиты и находятся на поверхности мозга, а не в его желудочках, как у современных рептилий, и как это было, скорее всего, у археоптерикса, следовательно, и слух у него был уже очень совершенным. Между слуховыми бугорками расположен эпифиз, соединенный нервом с теменным глазом. Этот комплекс определяет суточные ритмы активности в зависимости от уровня освещенности. И эпифиз, и теменной глаз развиты у церебависа так хорошо, что их обладатель, без сомнения, вел ночную жизнь. Церебавис был существом довольно мелким. Если соотношение масс мозга и тела было у него таким же, как у современных воробьиных птиц, то он весил около 30 г. Если же ориентироваться на неворобьиных, то масса тела могла достигать и восьмидесяти граммов. Учитывая малые размеры церебависа, характер развития его головного мозга и его сумеречную активность, можно допустить, что днем он скрывался, а ночью охотился, используя для охоты прекрасно развитые обоняние, зрение и слух. Возможно, у него было внешнее ухо из перьев. Добычей церебавису служили, скорее всего, мелкие беспозвоночные, водные и наземные. Ученые не исключают, что свое прекрасно развитое обоняние церебавис использовал не только для охоты и ориентации на местности, но и для поисков полового партнера. Похожий образ жизни ведут в наши дни некоторые пастушковые птицы, например погоньи и пастушки.

Всякий вновь открытый организм, даже вымерший, подлежит классификации. Чтобы найти церебавису подобающее место на эволюцион-

ном древе, его надо было сравнить с другими существами, как вымершими, так и современными. И прежде всего с летающими, раз ученые углядели сходство мозга церебависа с птичьим.

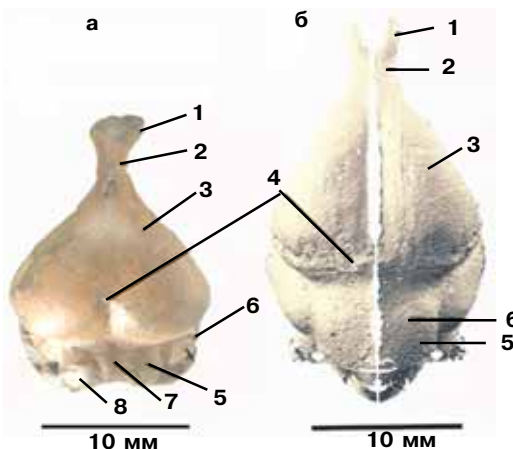
Когда говорят о древних летунах, сразу вспоминают археоптерикса. Археоптерикс по всем признакам не мог быть предком нынешних птиц. Этот потомок хищных динозавров из-за особенностей строения плечевого пояса не мог махать крыльями, а строение задней лапы не позволяло ему прочно сидеть на ветке, обхватив ее пальцами спереди и сзади, как это делают современные птицы. Археоптериксы карабкались по деревьям и планировали с ветки на ветку, а хвост у них оставался длинным и достаточно тяжелым, что не способствовало успешному полету. Своеобразное было существо, палеонтологи относят его к «ящерохвостым» птицам.

Куда больше теперешних птиц напоминали другие ящерохвостые – энантиорнисы, жившие в меловом периоде. Палеонтологам известно множество видов энантиорнисов, которые бегали, плавали, лазали по деревьям, а главное – могли прекрасно летать. Но внешнее сходство обманчиво. Из-за некоторых особенностей строения энантиорнисов нельзя считать родичами современных птиц. Эти родственники археоптерикса несколько иначе поднимали крыло, ходили вперевалку и не умели вращать лапами в разных направлениях. Были у них и другие отличия. Энантиорнисы, как и все ящерохвостые, оказались тупиковой ветвью эволюции, в конце мелового периода они полностью вымерли, но в сеноманскую эпоху их было очень много.

Современные птицы развивались параллельно ящерохвостым – их относят к подклассу веерохвостых птиц. Они сумели расстаться с тяжелым длинным хвостом, а его остаток послужил замечательным основанием для «веера» из хвостовых перьев, который служит прекрасным

ности, птицам несвойственные, и самая характерная из них – четверохолмие, расположенное на крыше среднего мозга. Крыша среднего мозга – это верхняя и боковые его поверхности, а четверохолмием называют две пары бугорков: передняя зрительная и задняя – слуховая. Четверохолмие – характерная черта мозга млекопитающих, к которым церебавис явно не относится. Кроме того, ископаемый мозг снабжен крупными обонятельными трактами и обонятельными луковицами, что для птиц также не характерно.

Что можно сказать про обладателя такого мозга? Обоняние у него было замечательное. Слуховые бугорки



Сравниваем мозги церебависа (а)
и археоптерикса (б)

- 1 – обонятельные доли
- 2 – обонятельный тракт
- 3 – передний мозг
- 4 – теменной глаз
- 5 – средний мозг
- 6 – зрительные бугорки
- 7 – эпифиз
- 8 – слуховые бугорки

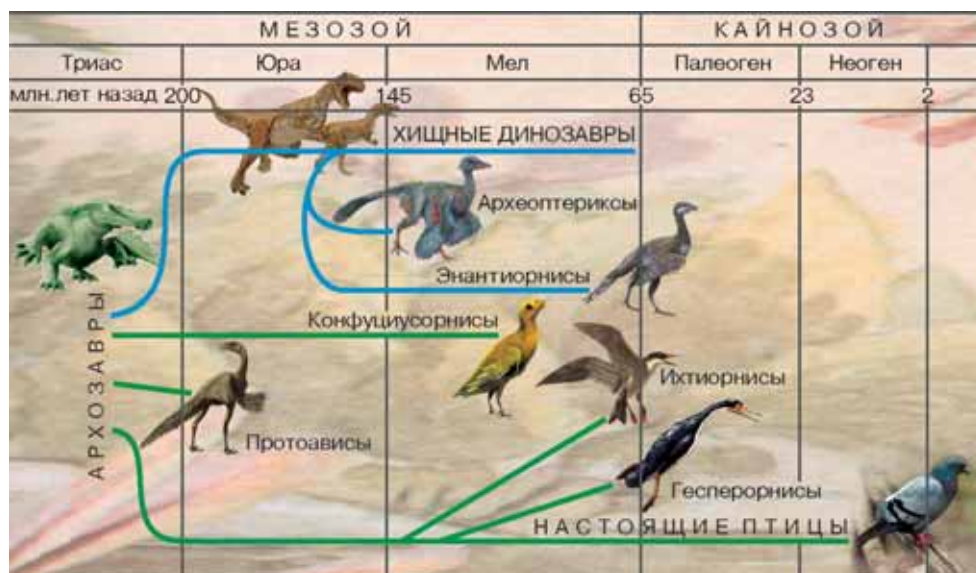


ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

рулем при машущем полете. Во времена церебависа веерохвостые пернатые уже водились. Над морем (а церебависа, как мы помним, нашли в морских отложениях) кружили похожие на чаек ихтиорнисы. Видимо, они хорошо летали и, подобно чайкам, ловили рыбу у поверхности воды. По соседству с ними обитали более крупные птицы, гесперорнисы. Они походили на современных гагар, но летать разучились, хотя замечательно ныряли и плавали. И ихтиорнисы, и гесперорнисы были птицами примитивными, зубастыми. Но и настоящие современные птицы уже жили в меловом периоде, например гагары, бакланы, альбатросы, курообразные и гусеобразные.

И наконец, нельзя было обойти вниманием архозавров. Этот обширный подкласс пресмыкающихся дал начало многим систематическим группам, в том числе динозаврам, крокодилам, летающим ящерам – птерозаврам и птицам.

Вот с кем предстояло российским исследователям сравнивать неизвестное существо, от которого остался только мозг, то есть именно тот орган, которым палеонтологи обычно не располагают. Однако в их распоряжении есть слепок внутренней полости черепа лондонского экземпляра археоптерикса. Это уникальный экспонат, неоднократно исследованный за 80 лет своего существования. Кроме того, описано несколько окаменевших экземпляров мозга настоящих птиц, живших 10 – 20 миллионов лет назад. Но их мозг принципиально не отличался от современных. Существуют также реконструкции мозга археоптерикса, гесперорниса и ихтиорниса, выполненные на основе строения их черепов. А представители архозавров, крокодилы, и по сей день живут рядом с нами. Сравнение, пожалуй, следует начать с самой удивительной особенности мозга церебависа. На поверхности его среднего мозга расположены два зрительных (передних) бугорка и два слуховых (задних). У рептилий и птиц, как древних, так и



Происхождение птиц

современных, слуховые бугорки запрятаны в мозговой желудочек. Как мы помним, четверохолмие свойственно млекопитающим, но церебавис к такому явно не относился, к тому же взаимное расположение слуховых и зрительных бугорков у этого существа не такое, как у млекопитающих. Среди мезозойских позвоночных ученым известен лишь один обладатель четверохолмия. Это бэмбираптор, динозавр, обитавший примерно 75 млн. лет назад. Был он невелик, размером с голубя, задние и передние лапы имел, по всей вероятности, оперенные, а хвост был похож на кнут. Бэмбираптор (названный так за свой малый рост) охотился на мелких млекопитающих и рептилий. Мог ли он летать, ученые не знают. Американский ученый Д. Бурнхэм воссоздал слепок мозга бэмбираптора по его мозговой полости. Формой и объемом передних полушарий он отличается от мозга церебависа, но вот средний мозг (с четверохолмием) у них очень сходен.

По широким полушариям переднего мозга, вытянутому следу от мозжечка и положению зрительных долей мозг церебависа похож и на мозг современных неорнисовых птиц. Однако к современным птицам его отнести никак невозможно из-за грушевидной формы полушарий, четверохолмия, расположенного на крыше среднего мозга, и крупного обонятельного отдела. От мозга энантиорниса – ископаемой гесперорнисообразной птицы его мозг тоже отличается строением боковых отделов больших полушарий, зрительных долей и продолговатого мозга. Крупные обонятельные тракты и луковицы

мозга церебависа напоминают обонятельную систему архозавров. С археоптериксом церебависа роднит теменная глаз, но многие другие детали строения мозга не допускают близкого родства этих двух существ. Что касается гесперорниса и ихтиорниса, то мозг церебависа от них сильно отличается по строению обонятельных долей и зрительных бугорков.

Вот и получается, что мозг церебависа не мог принадлежать ни одной из известных вымерших и современных рептилий и птиц. По мнению Е.Н. Курочкина и его коллег, церебависа, скорее всего, можно причислить к энантиорнисовым птицам, которые так же, как и веерохвостые птицы, могли летать, плавать, скакать и ориентироваться в пространстве. Но им чего-то не хватило, чтобы продвинуться дальше по лестнице эволюции (возможно, причина была в организации их центральной нервной системы), и они вымерли к концу мелового периода. Однако это косвенные данные: прямых доказательств родства «мозговой птицы» и энантиорнисов у ученых нет. Кроме того, существовали и другие мезозойские группы пернатых, строение мозга которых неизвестно. Не исключено, что *Cerebavis senomanica* мог принадлежать и к какой-нибудь из этих групп.

Автор благодарит Евгения Николаевича Курочкина за предоставленные материалы и консультации при написании статьи.





Как полетели птицы

Отпечаток археоптерикса, распластанного, как поверженный Икар, знаком каждому школьнику. Но археоптерикс не был предком птиц. Ученые исследуют становление птичьего полета при поддержке РФФИ, Программы поддержки ведущих научных школ и Программы Президиума РАН «Происхождение и эволюция биосферы».

Все мы знаем, что птицы летают, а о том, как они полетели впервые, ученые спорят уже много лет. Свое объяснение происхождения птичьего полета предложили сотрудник Палеонтологического института РАН, доктор биологических наук Евгений Николаевич Курочкин и кандидат биологических наук Игорь Александрович Богданович из Института зоологии НАН Украины. Их гипотеза основана на исследованиях скелетно-мышечной системы двигательного аппарата многих видов птиц и на анализе обширного палеонтологического материала.

По мнению ученых, предки птиц претерпели целый комплекс изменений. Прежде всего они встали на задние лапы, освободив тем самым передние. С их помощью можно было лазить по деревьям, но из конечностей, которые цепляются за ствол, крылья не получатся. Скорее всего, предки птиц использовали свои передние лапки для поддержания равновесия, балансируя ими при прыжках и на бегу. Кроме того, у них несколько изменилось строение плечевого пояса, благодаря чему они смогли выносить плечо выше спины — без этого невозможен машущий полет.

Предкам птиц поначалу было очень удобно на двух конечностях, и они поддерживали равновесие с помощью толстого длинного хвоста — балансировали им на бегу и использовали как опору, когда стояли. Но затем их стопа изменила строение: три ее пальца теперь смотрели вперед, а один назад. Такая конструкция стопы оказалась на редкость удачной.



Ученые не знают, летал ли этот хищный оперенный динозавр, названный ими бэмбиратором

Она позволяла стоять, не опираясь на хвост, уверенно перемещаться по земле и сидеть на ветках, прочно обхватывая их пальцами. Тяжелый и длинный хвост с множеством позвонков был гипотетическими «предптицами» за ненадобностью утрачен. Его остаток послужил замечательным основанием для «веера» из хвостовых перьев, который прекрасно подходил для машущего полета.

Итак, предки птиц уверенно прыгали с ветки на ветку на задних лапах, балансируя передними. А как они попадали на деревья и зачем? Очевидно, на ветвях предптицы прятались от хищников, отдыхали и вили гнезда. Кормиться на деревьях они начали позже, когда освоили полет. Предки птиц легко могли вспрыгнуть на нижние ветви, как это и сейчас делают многие представители семейства курообразных. Самый примитивный представитель этого семейства, кракс, не взлетая, запрыгивает на высоту до полутора метров. В триасовом и юрском периодах, когда происходило становление птиц, господствовали голосеменные растения: хвойные, саговниковые и другие, многие из которых имеют очень густые ветви, порой растущие от самой земли. На такие деревья трудно залезть по стволу и гораздо легче, запрыгни-

вая на нижние ветки. Но спускаться вниз таким же образом нерацionalmente, а спланировать невозможно, если крыльев еще нет и деревья растут густо. Птичьим предкам оставалось только прыгать, отчаянно, но синхронно трепеща передними конечностями, чтобы замедлить падение. При этом зачатки крыльев должны были активно двигаться

вверх и назад. Становлению машущего полета способствовало то обстоятельство, что будущие крылья уже были снабжены перьями, которые, возможно, возникли как атрибут демонстрационного брачного поведения, но пригодились и для балансирования во время прыжков с ветки на ветку. Так птицы овладели машущим полетом, минуя стадию планирования.

Динозавры не были предками птиц. У некоторых хищных динозавров передние конечности тоже превратились в крылья, но они так и не смогли должным образом реконструировать стопу по типу «три пальца вперед — один назад». Подобная лапа не обеспечивала надежной опоры ни на ветвях, ни при приземлении, поэтому им не удалось избавиться от длинного хвоста и перейти к настоящему полету. Только некоторые, например археоптерикс, стали хорошими планерами. Общая площадь их несущей поверхности увеличилась за счет плоскостей из перьев на задних конечностях и на удлинненном хвосте, однако этот хвост так и не стал птичьим. Приятно было бы думать, что воробей, прыгающий за окном, — потомок динозавров, но увы...

Н.Л.Резник



Дракон из семейства ЛОНГИСКВАМИД

А. Мотыляев

Драконоведение — любимая тема нашего журнала. К вопросам о происхождении и классификации этих существ обращались многие авторы, в чем может убедиться любой, кто наберет слово «дракон» при поиске в электронном архиве «Химии и жизни». Классическим примером можно признать статью «Драконы: какими они были?», которую д-р А. Кон опубликовал в апрельском номере «Химии и жизни» за 1977 год. Ее автор высказался в пользу внеземного происхождения этих существ. Однако есть мнение, что у драконов мог быть и вполне земной предок.

Есть два подхода к фантастическим существам. Можно считать их вымыслом, не имеющим никакого отношения к реальности и рожденным в чрезмерно склонной к фантазиям голове. А можно предполагать, что это отголоски встреч с какими-то реальными существами. Если в первом случае зоологу задумываться особенно не о чем, то во втором есть возможность применить научный метод и попытаться-таки найти источник, из которого фантастическое животное вышло.

В случае с драконами начинать надо с поиска того конкретного отличия, которое заставляет сомневаться в их реальности. Что это может быть? Способность летать? Но летают и птицы, и рыбы, и жуки, и мухи, и многие другие существа. Способность изрыгать огонь? Однако любой электрический скат или угорь поражает противника электрическим разрядом (чем не плазма огня?), а глубоководные рыбы приманивают добычу холодными огнями. Страсть к людоедству? Можно подумать, что ее лишены другие хищники.

А что еще есть такого необычного у дракона, что делает его не похо-

жим на реальное существо? Ответ на этот вопрос несложен: у дракона три пары конечностей. Такого нет ни у кого. У млекопитающих, лягушек и ящериц — по две пары, у пауков — по четыре. Казалось бы, есть шестинogie насекомые, однако у характерных представителей этого типа животного мира имеется еще по две

пары крыльев, бескрылые же особи — либо неполноценные существа, вроде рабочих муравьев, либо обитатели специфических экологических ниш. В общем, отклонения от нормы. Даже среди многообразных моллюсков и иглокожих нет существ с тремя парами конечностей — у осьминога их четыре, у кальмара — пять, у морской звезды — две с половиной, а у какой-нибудь актинии — великое множество.

Получается, что только у дракона три пары конечностей: четыре ноги



Статуэтки греческого Пегаса и персидского Грифона, сделанные по образцу музейных экспонатов



ГМИИ им. А. С. Пушкина



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Крылья у сфинксов на коринфских вазах конца VII в. до н. э. изображены совсем не так, как у птиц на вазах того же периода. А уже в IV в. до. н. э. на вазе, сделанной в Аттике, фантастические существа обладают птичьими крыльями

и два крыла. Однако дракон в этом отношении не одинок. На самом деле в мифах и сказаниях подобных существ немало. Это прежде всего персидский Грифон. Далее следуют крылатые быки ассирийцев, Пегас и его дальний родственник Конек-Горбунук. Потом сам по себе крылатый дракон и Змей Горыныч. Следует отметить, что порой у дракона крылья редуцированы настолько, что он ими не может пользоваться. Таковы китайский водяной дракон или грифоны в тронном зале Кносского дворца. Имеет смысл вспомнить и кентавров. Их руки на первый взгляд нельзя считать крыльями, однако это

тоже третья пара конечностей, совершенно неуместная у млекопитающих.

И среди богов встречаются существа с тремя парами конечностей. Крылья есть и у ассирийских гениев, и у египетских богов, и у греческих. Ангелы и херувимы, изображенные на христианских иконах, тоже обладают тремя парами конечностей, причем у последних какие-либо другие конечности, кроме крыльев, отсутствуют. Точно такие же крылышки — у амуров, любимых римлянами, а также художниками Возрождения.

Что еще есть у дракона? В значительной части случаев у него есть борода, грива или какая-то иная растительность в районе шеи. Она имеется у китайских драконов, у Грифона, у ассирийских быков, у Пегаса и у кентавров, которые все, как на подбор, принадлежат к мужскому роду. Эти существа появились в человеческом фольклоре в весьма далекой древности, по крайней мере за полторы тысячи лет до новой эры. А вот у ангелов, амуров и херувимов, возникших уже в нашей эре, никакой растительности на лицах нет. Зато есть существенное отличие в строении крыльев: они чрезвычайно напоминают птичьи, с теми же двумя сочленениями. У самого знаменитого средневекового дракона, которого поражает св. Георгий Победоносец, они и вовсе подобным крыльям летучей мыши. А вот древнейшие изображения Грифона и Пегаса совсем не такие. Их крылья чрезвычайно странны и не функциональны. (Кстати, аналогично устроены крылья и древнегреческих сирен.) Главное — никакого сустава у них нет. Более того, перья расположены совсем не так, как у птицы. В самом деле, кто и где видел птицу с задраным вверх крылом, на котором перья загибаются к голове? Даже перья удивительных райских птиц если и закручиваются к голове, то это отнюдь не перья крыльев. Разве что на крыльях нелетающего страуса есть длинные перья, закрученные к голове.

Вот так мы и приходим к выводу о том, что же собой представляет лишняя пара конечностей истинного дракона: это не крылья, а огромные перья, выросшие в том месте, где у всякого высшего животного сходятся шея и лопатки и где расположена мощная группа мышц. И то, что можно принять на изображениях за кость крыла, на самом деле представляет собой ость пера. Такое строение совершенно четко видно на древней-



Африканский страус и королевская райская птица с псевдокрыльями

ших изображениях грифонов — минойских и ассирийских печатях трех с лишним тысячелетней давности. Кстати, сами греческие художники, которые занимаются росписью керамики под античные образцы, говорят, что традиция изображать на чашах Пегаса и Грифона пришла в Элладу с Востока, а именно из Персии.

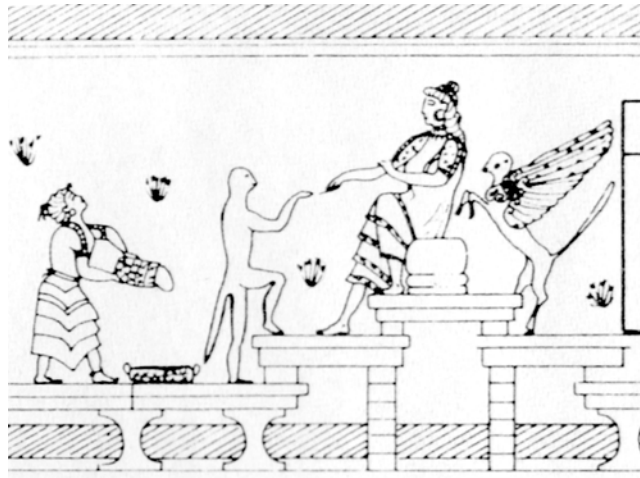
Греческие изображения крылатых тварей чрезвычайно интересны. Так, среди росписей минойского дворца в Акротире на острове Санторин (XVI век до н. э.) есть типичный грифон с пером. А спустя несколько столетий в nasledовавших минойцам Микенах, которые к тому времени утратили связь



Китайские драконы. У верхнего крылья редуцированы

с внешним миром, сфинксы приобретают птичьи крылья. Проходит тысячелетие, и в VII—VI веке до н. э. греки снова рисуют на своих кувшинах сфинксов и сирен с явными перьями (при этом птиц они изображают как положено — с птичьими крыльями). А спустя буквально сто лет сфинксы и сирены снова обретают птичьи крылья. Что произошло за это время? Начался период войн с Персией — царь Кир изгнал греков из Малой Азии. Отсюда следует, что сами греки драконов никогда не видели, а узнавали о них из рассказов пришельцев с Востока. Когда связи прерывались, художники изображали крылья такими, как у хорошо известных им существ. Значит, в историческое время драконы обитали на восток от Пелопонесса, где-нибудь на Крите, в Персии. Возможно, в Китае. Причем это были разные ветви, например драконы на ассирийских печатях и скульптурах сильно отличаются от минойских: у них не два, а четыре крыла-пера. Такое существо никак не может быть стилизацией двукрылой птицы.

Если крылья на самом деле никакие не крылья, а перья, то дракон сразу же оказывается в ряду привычных нам высших существ с четырьмя конечностями. Более того, наш мир знал подобных созданий с несколькими длинными кожистыми придатка-



Грифон на фреске из минойского дворца в Акротири. Кстати, многочисленные обезьяны, украшающие стены минойских дворцов, выглядят ничуть не менее фантастично, чем грифоны и сфинксы, поскольку обезьяны в Греции не живут



У микенского сфинкса крылья стали птичьими

Крылья колибри похожи на крылья минойских грифонов. Но именно у этой птицы и только у нее (если не считать пингвинов) плечо стало очень маленькой косточкой, вросшей в тело и крыло совершает вращательные движения вокруг него. Так должно двигаться и гигантское перо, которое стало крылом



Археологический музей Ираклиона

Печатка на минойском золотом кольце, 1400—1450 гг. до н.э.



Эту минойскую печать с двумя грифонами нашли в развалинах Кносского дворца



Ассирийская печать, IX в. до н.э.

ГМИИ им. А.С.Пушкина



Фото Терри Д. Джонса

Отпечаток лонгисквамы и ее похожего на перо кожистого придатка



ми, подобными перьям, расположенными вдоль хребта. Это архозавр лонгисквама, длинночешуйник необыкновенный (см. «Химию и жизнь», 2000, № 8), живший в конце триасового периода 220 млн. лет назад. На немногочисленных сохранившихся отпечатках этого архозавра видны не только растущие из спины пероподобные придатки, но и растительность в районе шеи и передних лап — как принято на древнейших изображениях драконов. Кто знает, может быть, где-нибудь в знойных предгорьях Гиндукуша или других горах древней Персии лонгисквамады каким-то образом нашли убежище и сумели дожить до исторического времени. Их-то и запечатлели древние художники. А вот творцы фантастических драконов оригинала не видели, и постепенно изображение пера превратилось в



Гемма из Кидонии

изображение птичьего крыла или, хуже того, перепончатого крыла летучей мыши.

Зачем нужны были лонгисквамидам длинные перья? Трудно себе представить, чтобы столь несовершенные крылья могли воспроизвести птичий полет, поэтому официальный ответ таков: что-

бы парить во время перепрыгивания с дерева на дерево, подобно летягам. Однако возможен и другой способ. На минойских печатях и перстнях XV–XVI веков до н. э., хранящихся в Археологическом музее критского Ираклиона, можно разглядеть, что ость у пера грифона очень толстая, сравнимая с диаметром туловища. Такой пустотелый сосуд, будучи наполненным легким газом — тем же метаном, который некоторые исследователи считают основой огненного дыхания Змея Горыныча (см. «Химию и жизнь», 2000, № 4), а лучше водородом, — мог обеспечить грифону известную летучесть в более плотной среде, подобно тому, как воздушный пузырь придает плавучесть рыбам. Кстати, на древних изображениях закрученные к голове крылья драконов всегда расположены над ними, будто воздушные шары. Нетрудно посчитать, что трехметровое перо с остью диаметром тридцать сантиметров, заполненное водородом, способно поднять в воздух существо весом в 20 кг. То есть с крупную собаку. В пользу такого способа полета может свидетельствовать изображение минойской печати из Кносса — лапы грифонов явно находятся выше уровня земли, на которой стоит богиня, они словно парят в воздухе. Нельзя не заметить также, что на остях перьев грифонов имеются какие-то бляшки. Не может ли это быть дополнительными мешками для увеличения подъемной силы? В пользу этой версии свидетельствует изображение очень странного существа с рогами вместо крыльев, найденное в Кидонии.

Стало быть, пытаюсь найти доказательства существования драконов, нужно искать следы легендарных гигантских перьев, вроде пера птицы Рух, которое императору Хулагу привезли отправленные им в экспедицию китайские путешественники.



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?





Как нам обустроить Сочи?

Кандидат физико-математических наук
С.М. Комаров

Поляна раздора

Идея проведения зимней Олимпиады в Сочи с самого начала вызывала немало недоумения и возражений. Ведь этот город всегда считался летним курортом, при чем тут зимние игры? Где организаторы найдут снег?

Снег нашли в шестидесяти километрах от Адлера, в Красной Поляне. Этот поселок, расположенный на западном отроге Большого Кавказского хребта в верховьях реки Мзымты, хорошо известен как туристический центр. Еще в советское время там были построены турбазы, гидроэлектростанция и лесокombинат, а из адлерского аэропорта на экскурсию в Красную Поляну можно было быстро слетать на специальном вертолете. Экскурсантам есть на что посмотреть, одна вершина самой высокой в этом месте горы Аяшхо чего стоит.

Главное же достоинство Красной Поляны для любителей природы и одновременно ее главный недостаток в глазах тех, кто хочет эту природу осваивать на благо людей, обладающих денежными средствами, состоит в том, что она расположена на самой границе буферной зоны издавна существующего здесь Кавказского биосферного заповедника, внесенного ЮНЕСКО в список участков всемирного наследия под названием «Западный Кавказ». Здесь же находится и созданный в 1983 году Сочинский национальный парк.

Желание превратить район Красной Поляны в горнолыжный курорт появилось еще в советское время. В самом деле, это место находится всего в двух часах лета от Москвы. Снега здесь выпадает много, а лежит он долго. Солнце светит ярче и гораздо жарче, чем, например, в расположенных на тысячу километров севернее Альпах, во всяком случае шоколадный загар здесь гарантирован даже в январе. Правда, в советское время к горным лыжам, в отличие от хоккея или художественной гимнастики, власти относились не очень ласково, и руки, точнее, деньги,

до развития Красной Поляны не дошли, а закончились в Домбае и Гудаури. Зато после 2000 года ситуация изменилась. Сначала ведущим отечественным компаниям вроде Газпрома было поручено озаботиться социальным служением и поучаствовать в освоении Красной Поляны, а потом пришло время и подавать заявку на проведение зимней Олимпиады 2014 года. Это логично: подобного рода крупные мероприятия очень способствуют созданию туристической инфраструктуры, что не под силу никакому частному капиталу, а только государству.

И вот тут-то оказалось, что самые интересные для освоения участки расположены как раз в буферной зоне Кавказского заповедника или на заповедных территориях Сочинского национального парка. Что тоже логично: городскому человеку, обладающему деньгами, гораздо приятнее жить в окружении нетронутого леса. Правда, он редко отдает себе отчет, что для реализации этого желания придется лес «тронуть» и значительную его часть свести, превратив в асфальтированные дороги, просеки под линиями электропередач, над газопроводами и, само собой, в ямы под фундаментами домов, складов, станций водоподготовки, электростанций, мест развлечения. Ну и конечно же нужно расчистить пространство под свалки бытового мусора и отстойники систем канализации. Понятно, что все это совершенно неуместно на заповедной территории. Поэтому общественные организации, озабоченные охраной окружающей среды во главе с WWF России, стали высказывать свое неудовольствие олимпийскими планами, упирая на то, что вести строительство в охраняемых зонах незаконно.

К их голосам прислушались, и в 2006 году Росприроднадзор, вопреки мнению государственной экологической экспертизы (речь о котором пойдет ниже), исключил из заповедной зоны Сочинского парка участки, в которых запланировано строительство олимпийских объектов. Прежде всего это районы Грушевого хребта и хребта Псахако, где будут построены санно-бобслейная трасса и



Художник П.Перевезентцев



ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

геоэкологии РАН академика В.И.Осипова. В целом программа создания горно-климатического курорта в ней была одобрена, однако эксперты отметили, что к природе этого места нужно относиться бережно как на этапе стройки, так и потом. В частности, в ней указано, что две зоны курорта — прибрежная и горная — заметно различаются по своему значению.

В приморской зоне олимпийские объекты будут строить на бывших сельскохозяйственных угодьях, поэтому воздействие на остатки природной растительности, которые перемежаются с этими землями, будет незначительным. В то же время строители могут затронуть ключевую орнитологическую территорию «Имеретинская низменность» площадью 1500 га на равнине между берегом Черного моря и подошвами гор Большого Кавказа. Эта территория ценна тем, что на ней расположен самый северный вариант болот колхидского типа, более нигде не представленных в России. Именно здесь из года в год собирается множество зимующих и пролетных птиц, особенно во время экстремальных метеоусловий в Предкавказье и горах Кавказа. Зимой здесь случаются огромные скопления вяхиря (до 20 000 особей), кряквы (до 10 000 особей). В период миграций наблюдают множество перепелов, коростелей, обыкновенных канюков, встречаются краснозобая казарка, дрофа, стрепет, малый подорлик, змеяяд, сапсан, авдотка, черный аист, большой кроншнеп. Поэтому комиссия отметила, что «согласно проекту планировки Имеретинской низменности, выделены ценные природные объекты — долина реки Псоу, участки древних понтийских болот, сохранившихся колхидских болот, Константиновские озера, малые болотные озера и участки пляжной полосы в устье реки Мзымты. В их границах предполагается введение запрета на хозяйственную деятельность».

А в горной зоне, как отметила комиссия, «наибольшей экологической значимостью из предлагаемых к освоению территорий обладают участки, непосредственно примыкающие к границе Кавказского заповедника — верхняя часть хребта Псехако (территория от верхней части горнолыжного комплекса Газпрома до урочища Медвежий Ворота, где проходит граница заповедника) и хребет Грушевый». То есть именно те, где и намечено строительство олимпийских объектов.

Главная проблема состоит в том, что нигде более: ни на Северном Кавказе, ни в Грузии, ни в Турции не сохранилось девственных горных лесов этого типа. В результате именно в районе Красной Поляны обитают типичные животные горных лесов Кавказа. Всего в пределах Сочинского национального парка зарегистрирован 251 вид позвоночных животных. Примерно десять процентов из них включены в Красную книгу РФ. В частности здесь встречаются такие эндемичные виды, как тур Северцова, кавказский тетерев, краснобрюхая горихвостка и прометеева полевка.

Вдоль Главного Кавказского хребта проходят основные естественные пути миграции копытных и хищных животных, которыми они добираются в места традиционных зимовок в долине реки Мзымты, где растут каштановые, дубовые и буковые леса, встречаются заброшенные сады, естественные солонцы и минеральные источники. Климат на южных склонах и отрогах Главного Кавказского хребта довольно мягкий, это место оказывается уникальным убежищем на время зимы для сообществ крупных млекопитающих и птиц.

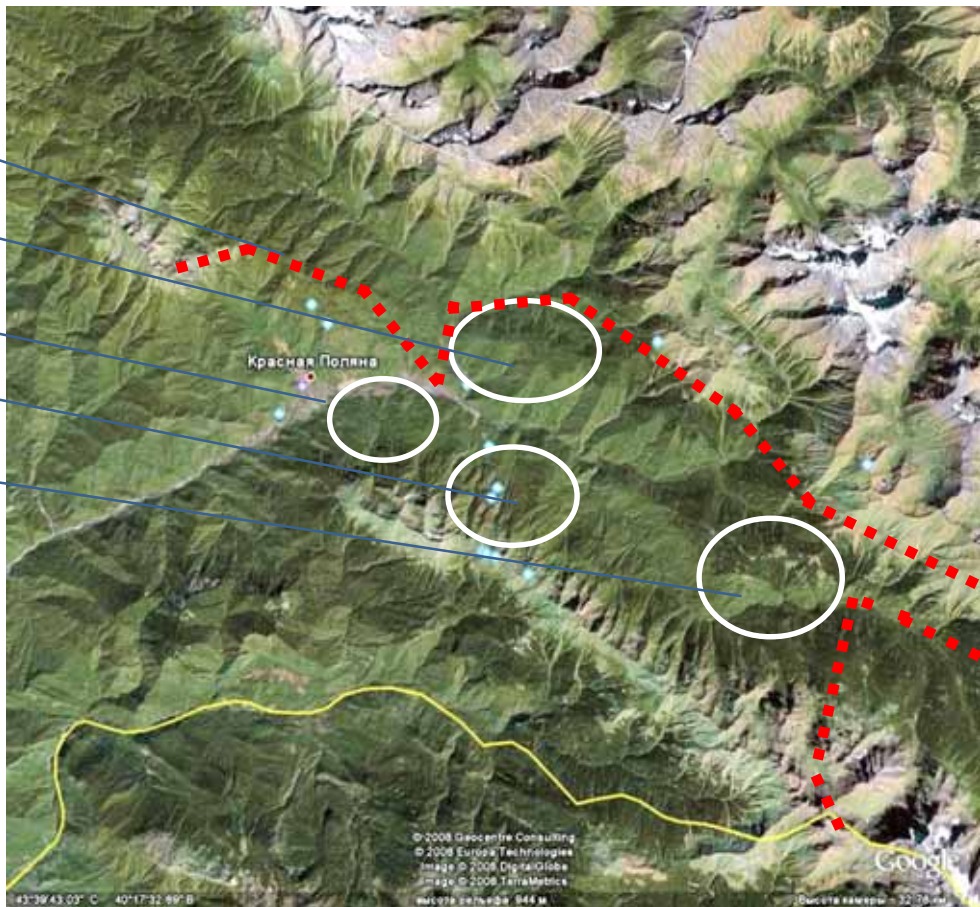
горная олимпийская деревня, а также пройдут трассы для биатлона и прочих лыжных соревнований. Объем строительства здесь предполагается немалый, ведь это и лыжный стадион, и лыжня длиной по крайней мере 25 км (олимпийский марафон для мужчин составляет 50 км), оснащенная дисплеями, местами для судей или стрельбищами для биатлонистов. А санно-бобслейная траса — циклопическое сооружение, занимающее несколько километров склона, покрытого сложными конструкциями. Затем Правительство РФ разрешило предоставлять землю в аренду на территории Сочинского национального парка и в охранной зоне Кавказского заповедника для организации горно-климатического курорта. Потом был введен в действие новый Лесной кодекс, разрешающий любое строительство на территории национальных парков. В соответствии с этим законодательством уже в 2007 году на территории национального парка было разрешено строительство нескольких элитных баз отдыха, к Олимпиаде отношения не имеющих, например гольф-клуба и СПА-центра. Уже в декабре 2007 года оргкомитет Олимпиады известил общественные организации, что пересматривать планы строительства олимпийских объектов в заповедных зонах он не намерен, после чего WWF России и его союзники стали апеллировать уже к Международному олимпийскому комитету, полагая его ответственным за возникшую угрозу объектам всемирного наследия. Ведь как бы то ни было, именно решение Международного олимпийского комитета о проведении Олимпиады в Сочи привело к тому, что многолетняя коллизия разрешилась в пользу освоения заповедных земель, а не их сохранения.

Кого затронет строительство?

Естественно, при строительстве такого масштаба в таком месте нельзя обойтись без государственной экологической экспертизы. Она была проведена под руководством директора Института

План строительства олимпийских объектов в районе Красной Поляны

- Примерная граница заповедника
- Лыжная и биатлонная трассы
- Трамплины
- Горнолыжные трассы
- Санно-бобслейная трасса и высокогорная Олимпийская деревня



В общем, как сказано в акте экспертизы, планируемое размещение объектов в верхней части хребтов Псехако и Грушевого может привести к нарушению сезонного размещения крупных млекопитающих, ведь могут быть затронуты и кормовые станции, и места рождения молодняка, и убежища на время зимней бескормицы и холодов. Кроме того, могут быть разрушены традиционные миграционные пути. В общем, ничего хорошего для крупных животных

Западного Кавказа предстоящее расширение присутствия человека в этом районе не несет. К животным, популяции которых могут пострадать, принадлежат, в частности, кавказский благородный олень, западнокавказский тур, дикий кабан, косуля, бурый медведь. Также возможно нарушение целостности Кавказского заповедника, потому что животные, летом обитающие в заповеднике, весной и осенью из него перемещаются, проходя именно через районы предполагаемой застройки.

Сходна ситуация и с рекой Мзымтой и ее притоками, которые протекают по горной зоне курорта. В этой реке, в том числе и на верхних ее участках, водится особо охраняемая рыба — черноморская кумжа. Она представлена проходной (черноморский лосось) и жилой (ручьевая форель) формами. Проходная форма кумжи занесена в категорию 1 Красной книги РФ (виды, находящиеся под угрозой исчезновения). В настоящее время река Мзымта — основная из двух-трех рек в России, где еще сохранилось естественное воспроизводство проходной формы черноморской кумжи, что, по мнению экспертов, накладывает ограничения на хозяйственную деятельность в этом районе.

Самые опасные для кумжи и других рыб последствия освоения курорта: постройка плотин, особенно в средней и нижней части реки, частичное изъятие воды или грунта, заиливание реки, спрямление русла или помещение его в канал, загрязнение вод. Кроме того, лыжные трассы в нескольких местах пересекают притоки Мзымты, значит, через них должны быть переброшены дороги.

В результате комиссия рекомендовала весьма жесткие требования к осуществлению этой программы: ограничение шума, вредных выбросов, проведение стройки объектов не одновременно, чтобы животные успели адаптироваться, постоянный мониторинг, запрет на движение транспорта в ночное время в период миграции животных. Однако так ли все будет на практике — неизвестно, особенно с учетом безграничной человеческой жадности. Ведь стоимость квадратного метра жилья в районе Красной Поляны растет как на дрожжах.

Поэтому WWF России и другие защитники дикой природы требуют запретить строительство в особо ценных зонах, упомянутых в акте экспертизы, то есть на Грушевом хребте и хреб-

те Псехако, чтобы не нанести заповедным видам непоправимый вред. Очевидно, что следом за олимпийскими объектами в этом районе начнется массовая застройка, ведь базовая инфраструктура для этого — дороги и линии электропередач — будет уже создана, а леса никак нельзя будет назвать нетронутыми. К сожалению, переносить олимпийские объекты с особо ценных территорий организаторы Олимпиады пока что отказываются, тем самым омрачая спортивный праздник.

Олимпиада технологий

Для всей Эллады Олимпиада была великим праздником. И не только силой, быстротой движений или ловкостью мерялись гражданам вольных городов, но и состязались в разного рода искусствах. Перед собравшимися выступали поэты, ораторы и философы. Фактически древние Олимпиады становились всеэллинским смотром достижений. В XXI веке спортивные мероприятия сделались отличным поводом показать всему миру готовность страны к применению новых технологий. В частности, к переходу на новые виды энергии, коль скоро использование энергии ископаемых углеводородов признано вселенским злом.

Так, к футбольному чемпионату мира, проходившему на полях Японии и Южной Кореи, было приурочено строительство демонстрационных центров использования энергии водорода, водородных заправок и запуск нескольких автобусов на водородных топливных элементах. В Китае в этом году планируется расширить программу использования водородного транспорта и вместо тех шести водородных автобусов, которые более трех лет развозят граждан по Пекину и Шанхаю, закупить несколько десятков таких автобусов для обслуживания туристов. (Впрочем, не исключено, что землетрясение в Сычуани не позволит найти средства для закупки.) В Южно-Африканской республике предполагают к чемпионату мира по футболу 2012 года развернуть сеть водородных заправок и запустить соответствующий транспорт.

Пора задуматься о том, что сочинская Олимпиада 2014 года тоже могла бы, во-первых, помочь продемонстрировать передовые технологии, а во-вторых, дать импульс к развитию предпри-

ятий, которые способны эти технологии воплощать в металле, пластике и полупроводнике. Главной же ареной состязания может стать сохранение окружающей среды за счет экономии энергии и сокращения различных вредных воздействий — от выхлопов транспорта до снижения уровня шума. Не исключено, что это сгладит негативные последствия для образа Олимпиады-2014 в глазах мировой общественности, которые неизбежно возникнут из-за нарушения принципов охраны природы, о чем шла речь в первой части статьи.

Впервые речь о том, что Олимпиаду в Сочи можно превратить в Олимпиаду технологий, зашла в докладе П.Б.Шелища, руководителя Национальной ассоциации водородной энергетики на прошедшем в Москве в апреле 2008 года международном форуме «Водородные технологии для развивающегося мира». Согласно его идее, нужно найти как готовые, так и ведущиеся разработки в соответствующих областях, отобрать те из них, которые могут быть использованы для Олимпиады и проверить их работоспособность. Затем государственная корпорация «Олимпстрой» должна отобрать апробированные разработки и включить их в планы подготовки Олимпиады и развития Большого Сочи. После этого они должны быть воплощены в жизнь, а по итогам Олимпиады удастся оценить перспективы вывода таких технологий на российский и мировой рынки после 2014 года. Поскольку средств на Олимпиаду и так выделяют немало, ради развития перспективных отраслей отечественной промышленности можно пойти на некоторые дополнительные затраты, особенно если к этому делу присоединятся государственные корпорации, отвечающие за развитие технологий.

«Химия и жизнь» неоднократно писала о тех разработках, которые способствуют сбережению энергии и окружающей среды. Приведем их краткий обзор.

Труба для охлаждения склона

Нельзя сказать, что в Сочи холодно зимой. Если ледовое поле для хоккеистов или беговую дорожку для конькобежцев (при строительстве которых, кстати, необходимо учесть опыт отечественных создателей систем искусственного льда, см. «Химию и жизнь», 2006, № 6) можно спрятать под крышу и установить там холодный микроклимат, то со склонами для горнолыжников или трассами для беговых лыж так поступить не удастся. Значит, если не будет снега (а такую возможность в связи с глобальным потеплением никак нельзя недооценивать), придется делать искусственный снег с помощью снежных пушек. Но вот беда: при температуре около нуля искусственный снег сделать нельзя, сколько бы соли ни насыпали в распыляемую воду — он растает, упав на теплую землю. Значит, землю надо охладить. Например, с помощью тепловых труб, способных очень быстро переносить тепло.

На одном конце трубы, в зоне нагрева, жидкость испаряется — этот процесс требует затраты энергии, то есть идет с поглощением тепла. А на другом конце, в зоне охлаждения, жидкость конденсируется, нагревая окружающее пространство. Так, нагревая один конец длинной трубы, можно охлаждать другой — на весьма большом расстоянии.

Вопрос в том, как заставить жидкость вернуться обратно в зону испарения — труба-то расположена горизонтально или вообще выгнута дугой под лыжной трассой. Решить эту проблему авторам идеи из НПО им. С.А.Лавочкина помог космический опыт, поскольку они специализируются как раз на объектах, которые работают в условиях невесомости, без помощи земной гравитации. Исследователи предложили выпилить на внутренней стороне труб тончайшие канавки-капилляры. Такая структура возвращает жидкость в зону испарения при любом положении трубы в пространстве — капиллярные силы действуют независимо от ориентации капилляра. А метод, позволяющий выпилить в металле длинные канавки шириной меньше микрона, разработали коллеги «космических инженеров» — инженеры из МГУ им. Н.Э.Баумана.



Если проложить такую трубу под теплым склоном, то она начнет забирать его тепло и переправлять на другой конец, который надо оснастить дополнительным охладителем с радиатором: они будут забирать и рассеивать доставленное со склона тепло. В качестве такого охладителя ученые предлагают использовать холодильник Пельтье, названный так по имени Жана Шарля Атаназа Пельтье — первооткрывателя эффекта выделения или поглощения тепла при протекании электрического тока через соединение двух металлов, сплавов или полупроводников. Эти элементы позволяют добиться необходимого охлаждения зоны конденсации при малом расходе электроэнергии, что делает всю систему весьма экономичной.

А чтобы тепло не пропало, радиаторы нужно совместить с конструкциями верхней станции подъемника. Тогда собранное на склоне тепло будет отапливать расположенные поблизости помещения. В перспективе для Олимпийских игр можно использовать космические возможности контроля и управления температурой каждой трубы, поэтому желательно создать искусственную климатическую систему, управляемую из единого центра. В общем, есть основания надеяться, что трассы при любых капризах погоды будут покрыты не лужами, а хрустящим морозным снегом, даже если вокруг цветут крокусы. Правда, не очень понятно, смогут ли инженеры так проложить трубы под трассами, чтобы не повредить склон с живущими на нем растениями: при неаккуратном обращении и оползень может получиться.

Низкопотенциальное тепло

Вообще, системы для сбора и использования так называемого низкопотенциального тепла, которое рассеяно в окружающей среде, обладают несомненной перспективой, особенно с учетом роста цен на нефть. Подобные системы позволяют обогревать или охлаждать помещения практически без затрат дополнительной энергии. В простейшем виде это трубопровод, закопанный в землю ниже глубины промерзания. Температура там за счет тепла Земли практически постоянна, поэтому текущий по трубопроводу теплоноситель будет закачивать в землю холод, а выкачивать тепло. Конечно, если переусердствовать, то можно проморозить землю очень глубоко, а если соблюдать меру, то за счет этого источника удастся поддерживать в помещении вполне приемлемую температуру. Согласно расчету, на каждый метр отапливаемой площади нужно закопать в землю погонный метр трубы. Основной же расход энергии пойдет на работу насоса, который прокачивает теплоноситель по трубе.

Другой способ обогреть объекты как на высокогорье, так и внизу, на побережье — это тепловая солнечная энергетика, самая свежая публикация о принципах работы которой прошла в нашем журнале в апреле 2007 года. Подогрев воды с помощью солнца — дело весьма распространенное, причем не только в какой-нибудь энойной Греции, но и на горнолыжных курортах суровой Северной Ломбардии. Конечно, полностью полагаться на светило не стоит. Закрутила метель, и можно на неделю остаться без источника энергии. Однако если в поселке нет централизованного отопления от ТЭЦ и нагревать воду в каждом доме приходится с помощью электричества или газа, то их затраты будут разными, в зависимости от того, до какой температуры нагрета вода на входе в систему отопления. Кроме

того, температура нагрева будет прямо пропорциональна площади солнечной тепловой батареи. Если заранее учесть этот источник при проектировании зданий и выделить для его размещения побольше освещенных мест, то можно достичь оптимального нагрева.

Откуда энергия?

Здесь стоит упомянуть и про органические солнечные батареи. Они стоят гораздо меньше кремниевых, но и преобразуют свет в электричество не очень хорошо — считанные проценты. Есть два типа органических батарей: ячейка Гретцеля, в ней поглощающий свет краситель наносит на оксид титана, который, в свою очередь, закреплен на электропроводящем стекле, а вся система погружена в содержащий иодиды жидкий или твердый электролит, и полимерные батареи, неплохие лабораторные образцы которых созданы в Институте проблем химической физики РАН в Черноголовке. Из первых можно делать декоративные плиты, в том числе и прозрачные, а вторые печатать на гибкой ленте. И тем и другим можно отделять фасады зданий, а из первых еще и делать окна, превратив стены дома в своеобразный электрогенератор.

Средняя мощность солнечного излучения составляет около одного кВт/м². Если взять не самый большой двухэтажный дом 10х10 м, то площадь стен в нем превысит 100 м². Рекорд коэффициента преобразования света для ячеек Гретцеля составляет 10%, для полимерных батарей он равен 6%. В результате получается, что дом-генератор способен за девятичасовой зимний световой день выдать 50—100 кВт·ч электроэнергии, что совсем не мало. Этого электричества с избытком хватит на отопление и приготовление пищи для семьи из четырех человек. Огромные фасады олимпийских объектов дадут еще больше электроэнергии, а если на их хорошо освещенные крыши поставить кремниевые солнечные батареи, лучшие образцы которых с эффективностью более 35% созданы в Физико-техническом институте им А.Ф.Иоффе, то можно существенно уменьшить протяженность линий электропередач и соответственно сократить вырубку девственных лесов.

Правда, помня о непостоянстве потока солнечного света, можно предположить, что перед электротехниками будет стоять не самая простая задача — собрать многочисленные батареи в единый источник электрического тока нужной частоты. Тем более что в Красной Поляне хорошо бы создать систему из многих источников, в том числе ветряных, геотермальных и гидроэлектростанций. Последний способ извлечения энергии вызывает справедливые нарекания у защитников окружающей среды: бездумно перегородив горные реки плотинами, можно полностью разрушить в них речные сообщества живых существ. Однако не все так печально, ведь есть почти столетний опыт превращения заповедных горных районов в источник электроэнергии. Этот опыт связан с именем Б.Муссолини, по распоряжению которого было построено множество малых ГЭС на реках северо-западной итальянской провинции Валь д'Аоста, расположенной в предгорьях Монблана. Эта провинция издавна служила охотничьими угодьями для герцогов Савойских, а потом итальянских королей из этого же дома. Чтобы не слишком повредить животному миру заповедника, на реках были сделаны отводки, где и поставлены небольшие турбины, которые не мешают течению реки по главному руслу. Сейчас Валь д'Аоста с многочисленными горными курортами не только полностью обеспечивает себя гидроэнергией, но и продает ее в другие районы Италии.

Мощные солнечные электростанции так же не сильно полезны для окружающей среды: необходимы огромные открытые пространства для размещения десятков тысяч отдельных элементов. Поэтому, видимо, в заповедном высокогорье, да и вообще с учетом сильно пересеченной местности в районе Сочи, на высокие мощности рассчитывать не приходится. А вот для снабжения отдельных объектов, вроде подъемников, отелей, магазинов и ресторанов на склоне горы, а также электронных табло вдоль тех же лыжных трасс, солнечные и ветровые генераторы вполне могут

пригодиться. Но не в одиночестве, а совместно с водородными топливными элементами. Эти три источника энергии в мечтах творцов альтернативной энергетики всегда шествуют вместе, что логично: электричество трудно хранить, а энергоноситель — можно. Водород в качестве энергоносителя — идеальный вариант. Схема энергоснабжения уединенного коттеджа или другого объекта получается такой. При наличии солнечного света и ветра электроэнергия расходуется на общие нужды, а ее избыток — на электролиз воды и накопление водорода. Если же солнце зашло за тучу или за Землю, а ветер стих, водород поступает в топливный элемент и обеспечивает непрерывное снабжение энергией. В крайнем случае можно получить водород с помощью резервного запаса алюминия и соответствующего генератора водорода (см. «Химию и жизнь», 2008, № 3).

Электротранспорт

Вообще, алюмоводородная энергетика с учетом высокой стоимости кремниевых солнечных батарей, ветряков и водородных топливных элементов — великолепный способ превратить высокогорную олимпийскую деревню в чистейший поселок в мире. Грязь же от переработки алюминиевых оксидов и гидроксидов будет накапливаться за пределами заповедного района, где можно построить достаточно мощную гидроэлектростанцию, чтобы проводить электролиз в промышленных масштабах. Такое решение создаст и основу для «алюминиевого» электротранспорта и электроснабжения сначала в пределах олимпийских объектов, затем и всего Большого Сочи и других курортов Северного Кавказа. Актуальность перехода именно на этот вид транспорта напрямую следует из акта государственной экологической экспертизы: «В период эксплуатации объектов (Приморская зона) планируется: снижение антропогенных нагрузок от выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных (транспортных) источников до 0,1 ПДК действующих государственных нормативов с учетом ценности и уязвимости растительности, неадаптированной к прогнозируемому антропогенному воздействию».

Для развития такого транспорта есть все условия, в частности созданные в Институте высоких температур РАН алюминиевые топливные элементы и образец электромотоцикла, работающий на этих элементах. Существуют и большие электротобусы, и легкие электромотоциклы, работающие на водородных топливных элементах, в том числе отечественные. И различные модификации самих элементов, как водородных, там и алюминиевых разной мощности, способных организовать снабжение теплом и электричеством целого поселка без протягивания к нему газопроводов и линий электропередач, тоже созданы в отечественных институтах. Поэтому главная задача, которую можно решить при подготовке к Олимпиаде-2014, — создание в районе Сочи и Красной Поляны инфраструктуры: системы заправок и технических центров, как это было сделано в той же Японии или Исландии в рамках демонстрационных проектов по водородному транспорту. Что же касается более высокой стоимости такой электроэнергии и себестоимости проезда, то их можно возложить на плечи туристов, которые хотят дышать свежим воздухом в заповедном районе и отдохнуть от городского шума — электротранспорт не только не пахнет, но еще и ездит гораздо тише.

Более того, есть прецедент: в швейцарском курорте Саас-Фэ движение транспорта с двигателем внутреннего сгорания запрещено. И ничего страшного от того, что все перемещения в нем совершаются на электротранспорте, не происходит. Видимо, расходы на это община поселка раскладывает в конечном счете на постояльцев и сумма для каждого получается вполне приемлемой, с учетом в принципе высокой цены отдыха в горах на курорте мирового уровня.

Маленькие хитрости

Помимо новых методов выработки энергии, нужны еще и меры по сокращению ее использования. Если брать освещение, то здесь решением проблемы оказываются светодиоды. Их производством

у нас занимается компания «Светлана-Оптоэлектроника». Эти светодиоды могут стать основой освещения в гостиницах и других постройках на территории курорта. А большие панели из них пригодятся для многочисленных табло, на которых будет отображаться ход олимпийских соревнований. Срок службы таких панелей составляет 40 тысяч часов, и они не требуют специальной утилизации в отличие от ламп дневного света.

А сэкономить энергию на отоплении и охлаждении объектов (в зависимости от времени года) можно за счет правильного конструирования зданий и выбора стройматериалов. Например, для охлаждения стен зданий в знойном Сочи может помочь изобретение немецких ученых, которые предложили панели из материала, содержащего гранулы полимера с низкой температурой плавления. При нагреве жарким днем он плавится, тем самым забирая тепло из окружающей среды, а холодной ночью, наоборот, застывает, отдавая тепло и поддерживая без использования кондиционеров и нагревателей постоянную температуру в помещении.

Для борьбы с шумом нельзя забывать об открытии испанских инженеров. Они обнаружили, что изящная скульптура, которая состоит из воткнутых на некотором расстоянии друг от друга шестов, благодаря интерференции гасит звуковую волну ничуть не менее успешно, нежели сплошной унылый забор, украшающий как пригороды Москвы, так и скоростные итальянские автострасы.

Отходы

Человек неизбежно производит отходы, а цивилизованный человек создает их особенно много. Отходы нужно утилизировать. Сейчас положение со свалками в Сочи, как отмечает комиссия, критическое. Главная из них, расположенная в Адлере, действует с 1937 года и не имеет надлежащих природоохранных сооружений. Однако мусора становится все больше, и, по слухам, сейчас в окрестностях Сочи многие ущелья превратились в не санкционированные свалки. В Красной Поляне места для свалки в принципе нет. А ведь минимальный объем мусора составляет от полутора до двух кубометров в год на человека. В момент проведения игр массовая концентрация и передвижение людей значительно увеличивает количество мусора.

Размещение свалок и мусорных заводов на территории курортной зоны и спортивных сооружений недопустимо. Поэтому, видимо, мусор будут возить на перерабатывающие заводы за пределами курортной зоны. Главный же способ его переработки — сжигание.

Одна из серьезных проблем, которые при этом возникают, — куда девать золу. Если это безвредные минеральные вещества, то из нее можно готовить и минеральные удобрения, и использовать как наполнитель при строительстве. Однако если сжигать органику при температуре менее 800°C в присутствии хлора и металла, то образуются ядовитые диоксины. Поскольку именно таковы условия в типичных заводах для сжигания мусора, золу утилизировать нельзя, и ее приходится надежно захоранивать.

Из этой ситуации есть два выхода, и оба связаны с сильным нагревом мусора. Во-первых, можно нагреть его в плазменной печи до 2000°C и выше без доступа кислорода. Тогда вся органика разложится, превратившись в синтез-газ — смесь угарного газа и водорода. Этот газ потом можно сжечь и получить тепло и электроэнергию. А можно сжечь только угарный газ, водород же отделить и отправить его в цикл водородной энергетики. Неорганическую компоненту мусора следует разделить на металлическую и неметаллическую части, отправив первую на производство металлов, а вторую — в строительные материалы. Плазменные мусорные заводы разрабатывают в Институте электрофизики и электроэнергетики РАН. Второй путь — применить металлургический метод, а именно разложить мусор в печи Ванюкова, в слое раскаленного до 1350–1400°C шлака, через который продувают кислород. При этом на дно печи оседают черные и цветные металлы, а шлак, состоящий из силикатов и оксидов металлов, разбрызгивают в воде и получают либо минеральную вату, либо гранулы наполнителя для бетона или асфаль-



ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

та. Идти этим путем предлагают инженеры из Гипроцветмета. По их оценкам, можно добиться, чтобы концентрация вредных газов в выбросах такой печи оказалась существенно ниже ПДК.

Переработке мусора предшествует сортировка, извлечение перерабатываемых отходов, сбраживания органических отходов и частичное превращение их в метан. Этот метан, а также водяной пар, полученный при охлаждении шлака, пойдет на производство электроэнергии или обогрев теплиц, а остатки после получения метана — на удобрение для тепличных растений. Причем электричества получится больше, чем будет израсходовано на нагрев шлака. Так, завод, предназначенный для переработки тех 100 тысяч тонн мусора в год, которые произведет поселение в 400 тысяч человек, будет вырабатывать 34 млн. кВтч, из которых истратит 21 млн. кВтч, и в результате окупиться через четыре с лишним года.

Другой тип отходов вытекает из человеческого поселения через канализацию, и этот сток никак нельзя отправлять в реку Мзымту с ее уникальными рыбами. Видимо, здесь жизненно необходимо использовать системы, предназначенные для превращения таких отходов в биогаз и удобрение, благо что недостаток в соответствующих разработках нет. Правда, на высокогорье при каком-нибудь ресторане с видом на Эльбрус биогазную установку не поставишь. Одно из решений проблемы было найдено швейцарскими инженерами (см. «Химию и жизнь», 2007, № 3), создавшими специальный туалет для ресторана на Маттерхорне, на выходе из которого вытекает вполне чистая вода. А для уменьшения расхода воды все из той же Мзымты на нужды поселка следует обратить внимание на биологические системы очистки серой, то есть не очень грязной, получающейся при мытье рук или принятии душа, воды (см. «Химию и жизнь», 2006, № 2). Эти своеобразные рукотворные болота, на которых растут красивые цветы и кустарники, могут стать неплохим декоративным элементом, чем-то вроде зимнего сада в экологически чистых гостиницах. (Если, конечно, удастся решить проблему неизбежно поселяющихся в болоте комаров.)

Как видим, Олимпиада в Сочи может оказаться не только символом разрушения заповедных территорий, но и стать демонстрационным проектом технологий XXI века, которые позволяют уменьшить вред, наносимый природе системами жизнедеятельности цивилизованного человека. Конечно, такой проект потребует немалых затрат, однако они, несомненно, окупятся, поскольку позволят соответствующим разработкам перешагнуть за порог лабораторий. Некоторые идеи покажут свою неработоспособность, другие, наоборот, окажутся приемлемыми. И в дальнейшем этот потенциал может быть реализован при создании других курортов на Северном Кавказе. Ведь вслед за Красной Поляной начнется строительство горнолыжного комплекса в Лунной долине, неподалеку от Архыза, планы создания которого появились, по крайней мере, тридцать лет тому назад. Там есть и время, и возможность учесть ошибки, допущенные в Красной Поляне.



Пергидрографит, пергидроалмаз

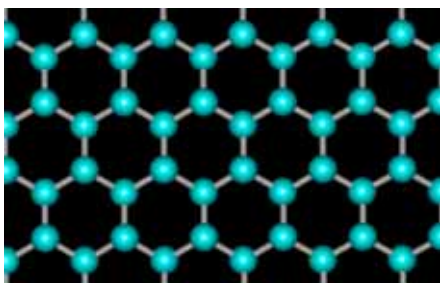
Доктор химических наук
М.Ю.Корнилов

Что такое нанотрубки, знают все читатели «Химии и жизни». Большинство слышало, что они были открыты в 1991 году С.Ииджимой. А многие ли знают, что именно в нашем журнале за пять лет до того была опубликована статья М.Ю.Корнилова, в которой было предсказано существование нанотрубок и сделано предположение об их свойствах? Иногда пишут, что нечто тонкое и длинное из углерода наблюдали и ранее. Почему же открытие приписывают Ииджиме? Потому что важно не только увидеть нечто, но и понять, что именно мы видим. А для этого надо иметь в голове модель наблюдаемого явления – иначе, даже поймав кошку в темной комнате, можно ее не опознать.

Итак, для того, чтобы, обнаружив новую углеродную структуру, понять, что именно вы обнаружили, зафиксировать факт открытия и получить позже Нобелевскую премию, как первооткрыватели фуллеренов, полезно иметь в голове модель структуры. Поэтому мы продолжаем публикацию компьютерных моделей углеродных структур.

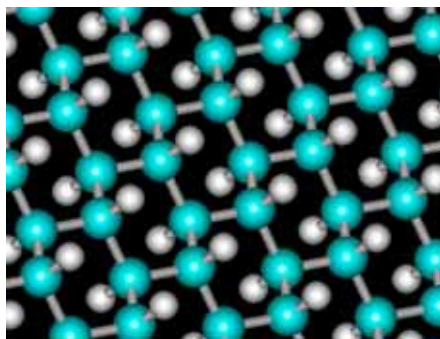
А еще потому, что они красивые.

Вопрос на засыпку: если шарики – атомы углерода, то что изображено на рис. 1? Любой здравомыслящий химик (и не химик – тоже) ответит: «Модель монослоя графита».

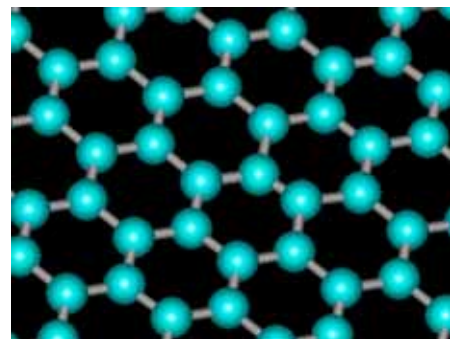


1
Сетка-загадка

И ошибется. Такой же вид, как графитовая сетка, имеет под определенным углом сетка из кресловидных циклогексановых колец. Вот она-то и изображена на рис. 1. Сказанное поясняет рис. 2, где добавлены недостающие атомы водорода и сетка



а



б

2
Сетка из колец циклогексана (а) и углерода (б)

повернута под другим углом. Для сравнения показана аналогичным образом ориентированная углеродная сетка графита.

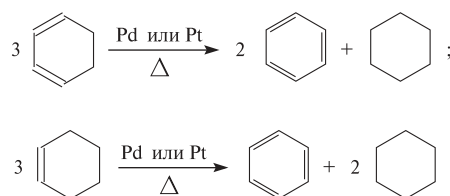
Как видим, кроме сетки ароматического графита, углерод допускает существование ребристой сетчатой структуры из насыщенных атомов углерода, которую логично назвать пергидрографитом (префиксом *пергидро-* органики обозначают полностью гидрированные структуры). Почему же о пергидрографите до сих пор ничего не известно?

На первый взгляд этот факт может показаться странным, поскольку у большинства «ароматов» (ароматических углеводородов) хорошо известны частично и полностью гидрированные «родственники» (рис.3).

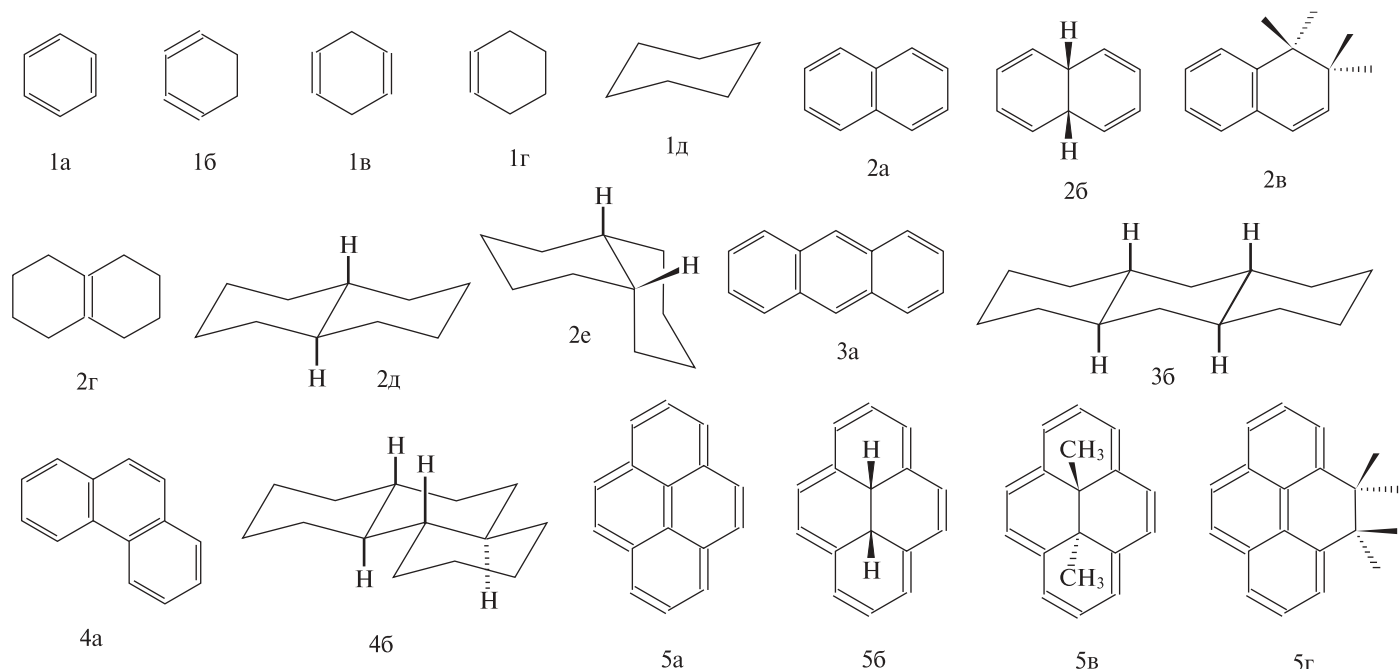
Остановимся на них более подробно. У бензола (1а) – это 1,3- и 1,4-циклогексадиены (1б и 1в), циклогексен (1г) и циклогексан (1д). В случае нафталина (2а) это, в частности, *цис*-4а,8а-дигидронафталин (2б), 1,2-дигидронафталин (2в), 1,2,3,4,5,6,7,8-октагидронафталин (Δ^9 -окталин) (2г) и декагидронафталины (декалины) – более выгодный *транс*- (2д) и менее выгодный *цис*- (2е). У антрацена (3а) возможны три пергидропроизводных, из них наиболее выгодный – *транс*,*транс*-пергидроантрацен (3б), у фенантрена (4а) показан *транс*,*транс*-пергидрофенантрен (4б).

Хотя гидрирование ароматической системы возможно (при надлежащем

выборе давления, катализаторов и температуры), но оно всегда энергетически невыгодно, так как связано с потерей ароматичности. Поэтому продукты гидрирования стремятся вернуться в стабильное ароматическое состояние. На этом, в частности, основано использование 9,10-дигидроантрацена в качестве источника водорода для получения гидрофуллеренов. Другой пример – реакция необратимого катализа Зелинского – каталитическое диспропорционирование циклогексадиена и циклогексена, протекающее в обоих случаях при нагревании до 150–200°C с образованием смеси бензола и циклогексана:



Наименее выгодно присоединение водорода к узловым атомам ароматической системы. Так, согласно нашему расчету *ab initio*, из пяти дигидронафталинов изомер (2б), у которого «лишние» атомы водорода присоединены к узловым атомам углерода в положении *цис*-, на 46 ккал/моль менее выгодный, чем самый стабильный из этой пятёрки 1,2-дигидронафталин (2в). В то же время из шести возможных октагидронафталинов наиболее устойчив тот, у которого двойная связь – общая для двух ко-



3
Простейшие «ароматы» и их гидрированные производные.
 Атомы водорода показаны только при узловых атомах углерода

лец (2г), то есть изомер с гидрированным контуром молекулы. У тетрациклического пирена (5а) дигидропроизводное (5б) с атомами водорода у внутренних узловых атомов углерода вообще не удается изолировать; с таким скелетом существует только *транс*-диметилпроизводное (5в). Этот экспериментальный факт согласуется с расчетами *ab initio* (А.Г.Гребенюк) пяти дигидропиренов: *цис*-изомер (5б) на 76 ккал/моль менее выгоден, чем самый стабильный изомер (5г).

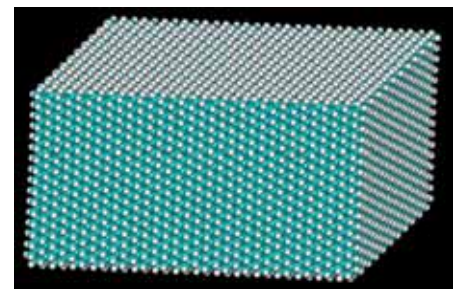
Из приведенных примеров следует вывод: если гидрировать многоядерный ароматический углеводород, то реакция идет преимущественно по контуру молекулы, сохраняя внутреннюю ее часть с узловыми атомами углерода в состоянии sp^2 -гибридизации. Графеновый слой (монослой графита) можно рассматривать как гигантскую, причем весьма устойчивую ароматическую молекулу. Примерно по тем же причинам «ароматы», приведенные на рис. 3, графит «отказывается» присоединять водород по узловым атомам углерода и не образует пергидрографит. Другой причиной отказа можно назвать невозможность получения отдельного графенового листа (графит ни в чем не растворим) с целью обеспечения подхода водорода с обеих сторон его плоскости, необходимого для гидрирования. Ве-

роятно, максимум, чего можно достичь с помощью известных технологий, – это прогидрировать графеновую молекулу по контуру, хотя вряд ли этот результат удастся заметить. Доля, приходящаяся на контур, по сравнению с гигантской внутренней частью графеновой молекулы ничтожно мала. Если условия гидрирования по всей графеновой плоскости все же кому-то посчастливится найти (например, в условиях предельного измельчения), то целиком насыщенный, а потому бесцветный продукт с брутто-формулой $(CH)_n$, названный выше *пергидрографитом*, станет твердым источником водорода с рекордной емкостью (даже при частичном гидрировании).

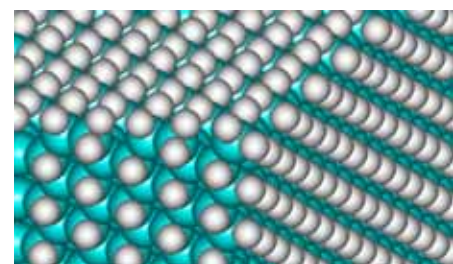
А теперь самое интересное. Углеродный скелет пергидрографита есть не что иное, как монослой алмазной решетки. Это наводит на мысль, что для изготовления модели алмаза нужно взять стопку слоев пергидрографита, расположив их так, чтобы связи С–Н одного слоя совпали с такими же связями двух соседних слоев, удалить атомы водорода и образовать на их месте связи С–С. В результате получается алмазная решетка, крупную модель которой иным способом собрать весьма затруднительно.

Таким путем удалось «изготовить» кристалл алмаза, показанный на рис. 4. К наружным углеродным ато-

мам были присоединены атомы водорода, чтобы не оставалось свободных валентностей (то есть, по сути дела, данная модель – не чистый углерод, а *пергидроалмаз* (данные этого кристалла приведены ниже).

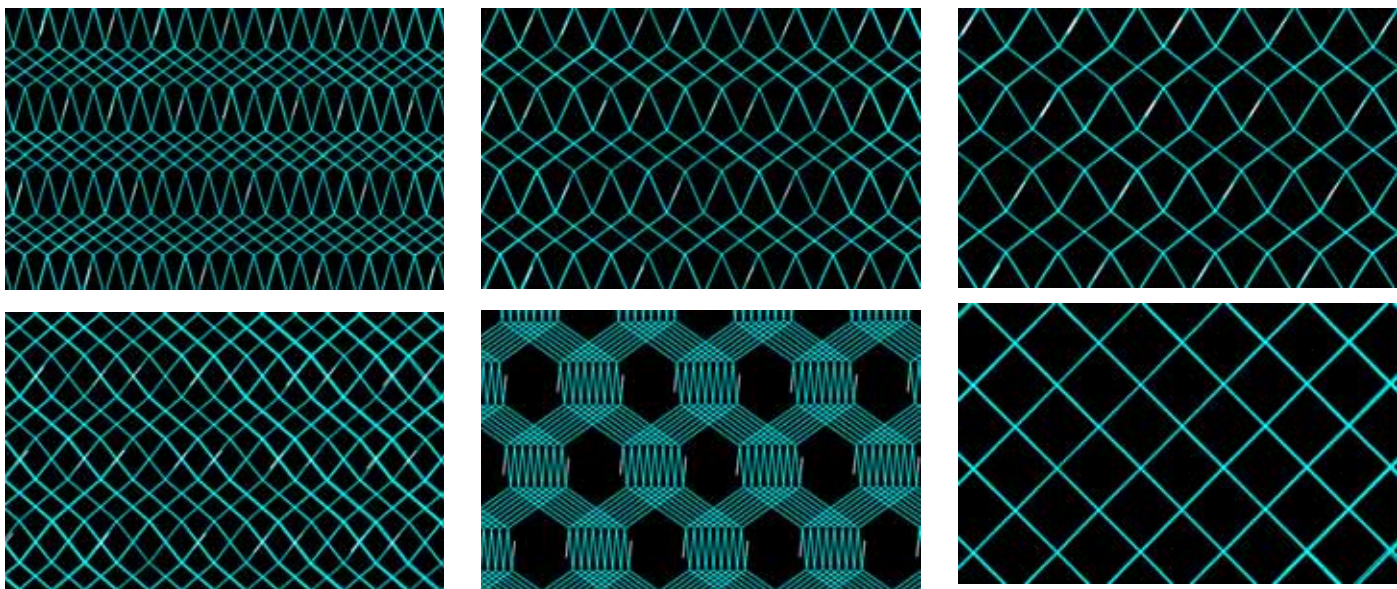


4
Модель пергидроалмаза – кристалла алмаза в водородной оболочке



5
Ближайший угол кристалла в увеличенном виде.
 Большие шарики – углерод, малые – водород



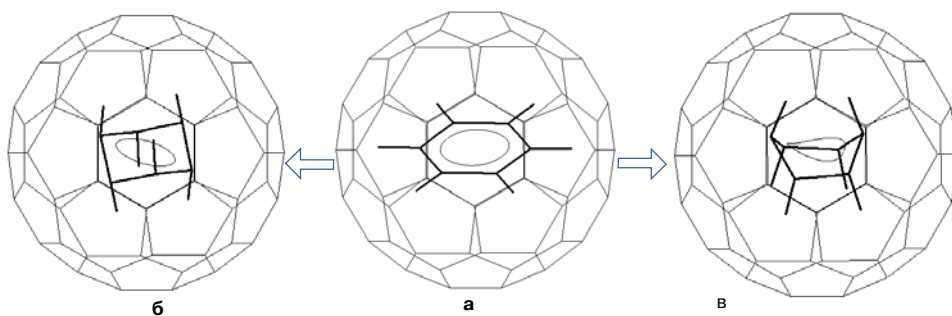


6
Проекции алмазной решетки из восьми слоев

Модель позволила увидеть весьма неожиданные проекции алмазной решетки (рис. 6).

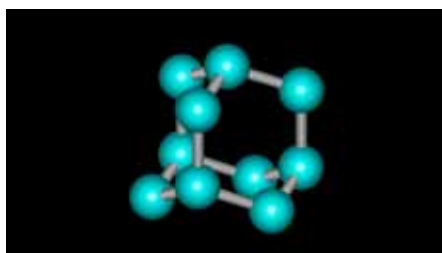
Таким образом, превращение графита в алмаз, в отличие от получения фуллеренов и нанотрубок из того же графита, не требует ни частичного, ни полного разрушения сетки шестичленных колец. Упрощенную картину синтеза алмаза можно представить так: сближение графеновых слоев от расстояния 0,335 нм в графите до расстояния 0,154 нм между слоями в алмазе (для этого, собственно, и нужно сверхвысокое давление), поляризация связей углерода и коллективный изгиб всех колец до конформации кресла (энергетически затратная стадия, для этого нужна высокая температура). Затем (или одновременно) карбонизация графита – стадия, аналогичная его гидрированию, то есть образование каждым кольцом шести новых связей С–С с двумя другими такими кольцами сверху и снизу. Выделяющаяся при этом энергия частично компенсирует затраченную на предыдущей стадии.

Смоделировать воздействие сверхвысокого давления можно на примере отдельной молекулы бензола, поместив ее внутрь молекулы фуллера C_{60} и разрешив оптимизацию геометрии только бензолу. К чему это приводит, хорошо видно на рис. 7. Поскольку внутри миниатюрного «фуллеренового автоклава» необычайно тесно, плоский бензол изгибается в форме более компактного кресла (б) или ванны (в). Не исключено, что подобным образом ведет себя графеновый лист в условиях промышленного синтеза алмазов.



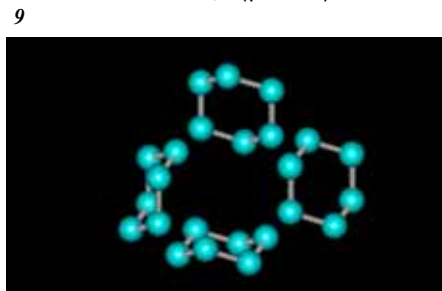
7
Молекула бензола (а) в «фуллереновом автоклаве» принимает форму кресла (б) или ванны (в)

Синтез модели алмаза можно осуществить и иначе. Наименьшую каркасную тетраэдрическую структуру имеет скелет адамантана. По сути, это самый маленький алмаз (рис. 8).



8
Скелет молекулы адамантана

В нем можно увидеть четыре конденсированных кресловидных циклогексановых кольца (рис. 9).

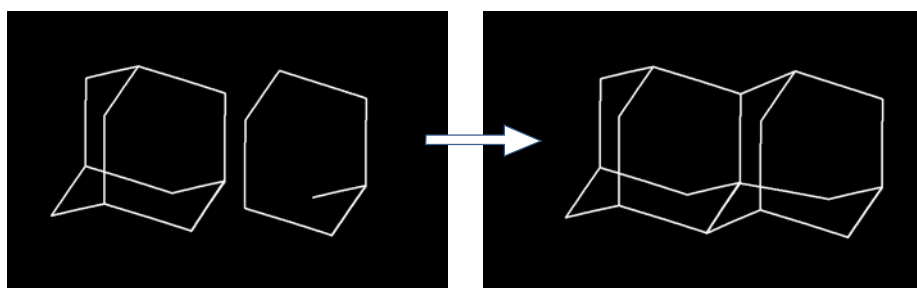


9
Слагаемые молекулы адамантана

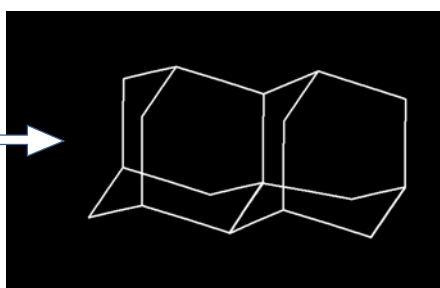
Казалось бы, из адамантановых блоков можно собрать алмаз любого размера, но это, как ни странно, не так. Взгляните на рис. 10: для удвоения скелета адамантана (б) необходимо всего лишь скелет метилциклогексана (а), а чтобы двигаться в поперечном направлении (г), нужно добавлять скелет (2-метилбутил)циклогексана (в). Число колец в нижнем циклогексановом слое равно числу конденсированных адамантановых фрагментов.

Наращивая таким же образом каждую следующую структуру, можно собрать модель сколь угодно большого размера. На завершающей стадии выполняется оптимизация геометрии (молекулярная механика, ММ+).

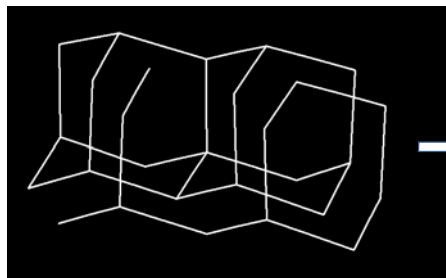
Максимальный размер модели ограничен возможностями компьютера, примером как раз и может служить показанная выше модель кристалла алмаза на рис. 4. Химические данные кристалла: грани алмаза покрыты атомами водорода, брутто-формула $C_{21504}H_{3040}$, молекулярная масса 261349, масса кристалла 2,17 аттокарата (атто = 10^{-18}), размер по диагонали 10,18 нм, содержание водо-



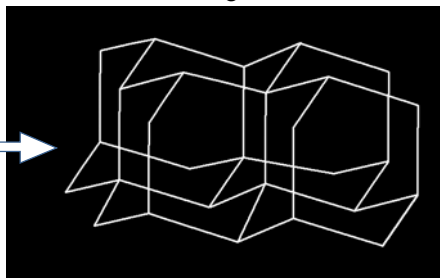
а



б



в



г

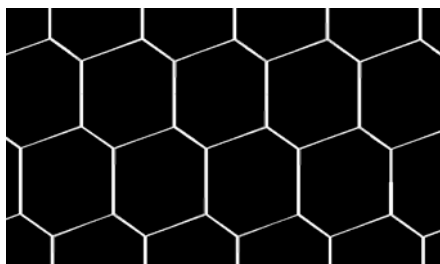
10
Блоки для сборки модели алмаза

рода 1,17%. Углеродные атомы располагаются слоями: $2 \times 16 \times 21 \times 32 = 21504$, водородное покрытие: $2 \times 16 \times 21 + 2 \times 16 \times 32$ (прямоугольные грани) + $2 \times 21 \times 32$ (параллелограммы с углами 70,5 и 109,5 градусов, см. рис. 11) = 3040. Оптимизация геометрии кристалла (молекулярная механика, ММ+) длилась около 6 часов, один цикл происходил за 3,5 минуты. Для сравнения: на том же компьютере один цикл для графеновой пластины из 800 атомов углерода длится 0,19 секунды.

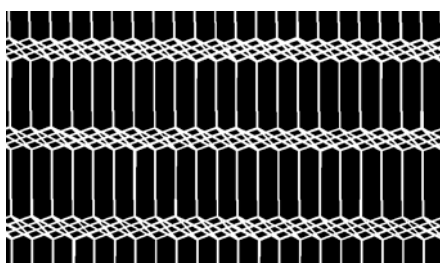
Это максимальный кристалл алмаза, геометрию которого удалось рассчитать, кристаллы с большим числом циклогексановых слоев из-за нехватки памяти оптимизировать не удается.

Об абсолютно прозрачных и свободных от изъянов алмазах говорят, что они «чистой воды». Этот термин применим и к идеальным моделям алмазных сеток. Разместим модель

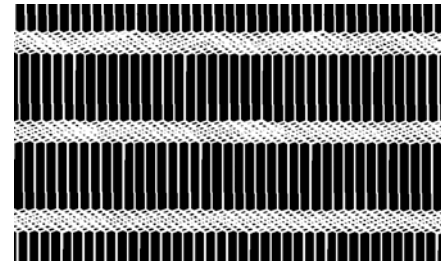
так, чтобы направление проекции было точно перпендикулярно к грани, имеющей форму параллелограмма (рис. 11). Шестиугольники сетки



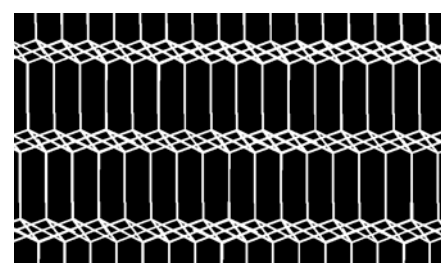
а



в



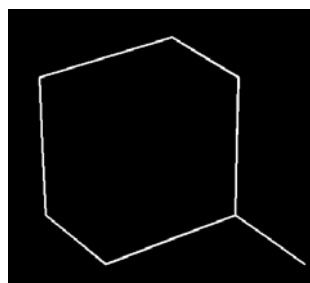
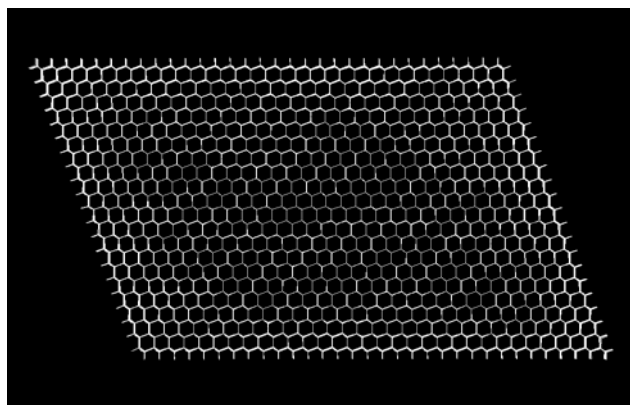
б



г

12
Фрагмент проекции стержневой модели алмаза (а) и результаты поворота вокруг вертикальной оси на углы 5° 54' (б) и 10° 48' (в) и 14° 6' (г)

поскольку в створе находятся десятки атомов. Дополнительными характеристиками, подтверждающими идеальность модели, могут быть другие проекции (рис. 12).



11
Проекция стержневой модели кристалла алмаза. Чистота контура характеризует модель «чистой воды». Справа показана проекция углеродного скелета адамантана

Автор благодарит Илью Леенсона и Андрея Корнилова за обсуждение этих результатов.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Найлон и Карозерс, миф и правда



И.А.Леенсон

Нейлон или найлон?

В быту, в средствах массовой информации его называют нейлоном, хотя правильное название – найлон. Слово пришло из английского языка, оно пишется nylon и читается «найлон». Читать его можно в крайнем случае, как «нилон» (что менее правильно), по аналогии с cyclamen – цикламен, nymph – нимфа, но уж никак не «нейлон». Распространено мнение, что это – сокращенное название городов Нью-Йорка (New York, N.Y.) и Лондона. Обратимся к этимологическому словарю Джона Эйто (John Ayto. Dictionary of Word Origins. Arcade Publ.: New York, 1991), необходимые примечания в скобках. «Слово nylon появилось в XX веке. В английском языке издавна существовала традиция называть ткани по месту, где они впервые появились, например, denim (грубая хлопчатобумажная ткань) – от Nîmes (город Ним на юге Франции); muslin (муслин, миткаль) – от Mosul (город Мосул на севере Ирака); calico (вид хлопчатобумажной ткани, ситец) – от Calicut (Кожикод, он же Каликут, Каликат, – город в Индии, в штате Керала, на Малабарском побережье). Поэтому неудивительно, что появился весьма распространенный миф о том, что слово nylon произошло от New York (ny-) и London (-lon). Однако действительность более прозаична. Слово nylon придумали в 1938 году химики компании «Дюпон». Они взяли окончание -on, по аналогии со словами cotton (хлопок, хлопчатобумажная ткань) и rayon (искусственный шелк, вискоза), и просто добавили произвольно взятый слог ny-. Множественное число (nylons) вошло в обиход в 1940 году, так стали называть нейлоновые чулки».

В более подробном изложении история слова nylon выглядит так. Чтобы выпустить новый продукт на рынок, требовалось звучное название. Ламмот Дюпон, президент корпорации «Дюпон де Немур», предложил «делавэр» (англ. Delaware, найлон был изобретен в штате Делавэр) или «неошин» (neosheen, от англ. sheen – блеск, сияние). Один из руководителей компании Эрнест Кладдинг предложил обсудить название «вакара» (wacara), обыгрывая имя и фамилию Карозерса (Wallace Carothers) – человека, создавшего найлон. Слово не понравилось, и он предложил «норан» (noran). Но оно тоже было отвергнуто: «no ran» можно по-

нять как «нет бега», а нейлоновые чулки предназначены как раз, чтобы в них бегать (и ходить, разумеется). Тогда Кладдинг «перевернул» это слово задом наперед: получилось «нюорон» (nyoron), но оно звучало точно так же, как neuron (нейрон). Заменяя «г» на «л», он получил «нюолон» (nyolon). Это уже было похоже на торговую марку, но тут сообразили, что, когда в рекламе будут говорить и писать о новом полимере «новый нюолон» (new nyolon), это будет плохо звучать. Кладдинг не успокоился и заменил «и» на «ю». Однако слово nylon можно произнести тремя способами: «нилон» с кратким «и» – как в слове nickel (никель), «нилон» с долгим «и» – как в словах piece (племянница) или Nina (в английском долгота гласной может изменить значение слова) и «найлон» – как в слове Nigeria (Нигерия). Было выбрано последнее произношение – «найлон», и для большей однозначности «i» заменили на «y». Глава компании решил не регистрировать это название в качестве защищенной торговой марки, чтобы все могли его беспрепятственно употреблять. А само окончание (л)он стало типичным для синтетических полимеров: висталон, дакрон, дедерон, капрон, кашмилон, ксилон, нитрон, орлон, перлон, поролон, силон...

Кто такой Карозерс, создатель найлона?

Уоллес Хьюм Карозерс (Wallace Hume Carothers) родился 27 апреля 1896 года в Берлингтоне, штат Айова, в семье Айры Хьюма Карозерса и Мэри Эвалины Мак-Маллин. Их предки приехали из Шотландии и Ирландии и поселились в Пенсильвании еще до Американской революции. Все они были ремесленниками и фермерами, Уоллес был старшим из четырех детей в семье. В детстве он мог экспериментировать с механическими игрушками целыми днями. Как тут не вспомнить высказывание нобелевского лауреата Харолда Крото о важности таких игрушек для будущих ученых («Химия и жизнь», 2007, № 8). В старших классах Уоллес увлекся химией и превратил свою комнату в маленькую лабораторию, что дало повод друзьям называть его «профессором».

Отец Уоллеса уже в 19 лет преподавал в сельской школе, а затем в течение 45 лет – в коммерческом колледже в Де-Мойне, административном центре штата Айова; в этот



Карозерс в лаборатории компании «Дюпон»



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

же колледж после окончания школы поступил в 1914 году и Уоллес. В школе, как вспоминали одноклассники, его работы всегда отличались тщательностью выполнения, а также блестящим стилем, который позже проявился в научных статьях.

За год Карозерс сумел завершить курс обучения в коммерческом колледже по специальности «бухгалтерский учет». Однако его привлекали естественные науки, и осенью 1915 году он поступил в колледж Таркио – маленького городка в штате Миссури. В нем можно было изучать химию и физику. Карозерс быстро обогнал своих однокурсников по всем предметам, а химические вскоре сдал. Когда во время Первой мировой войны глава химического отделения Артур Парди переехал в Брукингс, чтобы занять должность главы химического факультета в университете штата Южная Дакота, девятнадцатилетний Карозерс подал заявление на его место и был зачислен преподавателем. Он возглавил химическое отделение колледжа, еще не закончив его, – это поразительный и, возможно, единственный в своем роде случай. Все четыре студента Карозерса, которые выбрали химию в качестве основной специализации, впоследствии стали докторами наук и отмечали в своих воспоминаниях, что очень многим обязаны наставнику.

В 1920 году, получив в колледже степень бакалавра, Карозерс поступил на химический факультет Иллинойского университета, где в 1921 году стал магистром. Парди не забыл своего талантливого ученика и пригласил его в Брукингс вести курсы аналитической и физической химии. Карозерс согласился, так как хотел заработать средства для завершения своего образования в Иллинойсе и получения докторской степени. Он прекрасно справлялся с преподаванием, хотя оно не было его коньком. Одновременно он приступил к самостоятельной научной работе. Большое впечатление на молодого химика произвела опубликованная в 1916 году статья Ирвинга Ленгмюра о валентных электронах. Карозерс решил применить новые тогда электронные представления к органической химии. Его первая самостоятельная статья, опубликованная в 1923 году в «Journal of the American Chemical Society», была посвящена изостерии фенилизотиоцианата и диазобензолимида – пары веществ, обнаруживающих сходство физических свойств и имеющих одинаковое число и расположение электронов в молекуле. В своей второй публикации он впервые дал описание двойной связи с позиций электронной теории. Из других работ Карозерса того периода можно отметить измерение основности ряда аминов и исследование термического разложения алкилпроизводных щелочных металлов с целью изуче-

ния поведения простейших органических анионов. Постепенно Карозерс отходит от преподавания, которое не любил, и все свое время тратит на исследования.

В 1922 году Карозерс вернулся в Иллинойский университет, где в 1924 году завершил работу над докторской диссертацией по органической химии. Ее темой было каталитическое восстановление альдегидов на PtO_2 (ныне известном как катализатор Адамса) и влияние на этот катализатор промоторов и каталитических ядов. Руководителем Карозерса был известный химик Роджер Адамс.

Хотя Карозерс специализировался в аспирантуре по органической химии, он изучал также математику и физическую химию. Работая над диссертацией, Карозерс получил стипендию, учрежденную в честь Элен Т. Карр, – высшую награду, которую мог предложить университет. А во время вручения диплома его отметили как одного из самых блестящих исследователей, получивших докторскую степень.

Осенью 1924 года Карозерсу предложили в Иллинойском университете должность преподавателя органической химии, а спустя два года – место в весьма престижном Гарвардском университете, и он переехал в Кембридж (штат Массачусетс). Там он начал изучать реакции полимеризации. Но пробыл он в Гарварде недолго. В 1927 году крупнейшая химическая корпорация «Дюпон де Немур», которая до того момента покупала технологии, разработанные другими фирмами, приступила к осуществлению новой программы фундаментальных исследований. Инициатором программы был директор химического отдела компании Чарльз Стайн. Он считал, что надо заниматься и «чистой наукой», нацеленной, возможно, на далекую перспективу, он получал по 25 тысяч долларов ежемесячно на научные исследования и 115 тысяч – на строительство новой экспериментальной лаборатории в Уилмингтоне (штат Делавэр). В те времена унция золота стоила 35 долларов, а не около тысячи, как сейчас, а 10 центов (серебряная тогда монета) считались неплохими чаевыми. Пока строилось здание лаборатории, Стайн подыскивал для него персонал – ему требовалось 25 квалифицированных и творчески мыслящих химиков. В качестве руководителя исследовательских работ по органической химии Стайн пригласил Карозерса, получившего отличные рекомендации от Иллинойского и Гарвардского университетов.

Говоря о Конанте, уместно процитировать статью Кирилла Новикова, посвященную проблемам образования. «В 1933 году Гарвардский университет возглавил выдающийся химик Джеймс Конант, который задумал превратить Гарвард из великосветской тусовки отпрысков богатейших фамилий в центр интеллектуальной жизни страны. Для этого он ввел в своем университете систему тестирования, которая <...> заменила экзамены. Более того, Конант посылал своих представителей ездить по стране и с помощью тестов отбирать для Гарварда наиболее перспективных выпускников. Другие университеты США стали перенимать опыт Гарварда, а за университетами потянулись колледжи и общеобразовательные школы. Тест, вошедший в моду благодаря Конанту, проверял не столько знания (как обычный экзамен) и не столько IQ, но способность к обучению».

Между наукой и депрессией

Решение принять предложение от «Дюпон» досталось Карозерсу нелегко. Он опасался, в частности, и за свое психическое состояние на новом месте. Еще во время работы в Иллинойсе начала все сильнее проявляться мучившая его с юности депрессия. В одном из писем он писал, что «чувствует такое же воодушевление, каким должны быть охвачены работница ткацкой фабрики или рабочий, завинчивающий гайки на конвейере у Форда, отправляясь по утрам на работу». Его спасала только преданность науке. Дошло до того, что Карозерс запалял в стеклянную ампулу цианистый калий, чтобы всегда иметь его при себе – на случай, если приступы станут нестерпимыми. К сожалению, наступит время, когда на он воспользуется.

И все же преимущества работы в фирме перевесили свободу университетской жизни: на новом месте не нужно было преподавать и можно было всецело посвятить себя исследованиям; более того, в распоряжении Карозерса со временем оказалась группа опытных химиков. Стайн сказал, что он может заниматься, чем пожелает, но рекомендовал ему проводить исследования в перспективной области – химии полимеров. Предполагалось, что в результате этих научных разработок могут появиться синтетические заменители природных полимерных веществ. Важным оказалось и увеличение ставки: вместо 3200 долларов в год, которые платил Гарвард, ему обещали 5000, а затем подняли до 6000 долларов (сопоставление цифр см. выше). Хотя сам Карозерс писал, что даже такая прибавка недостаточна, чтобы компенсировать потерю «реальной свободы, независимости и стабильности, которую дает место в университете».

Проработав в компании девять лет – до конца своей жизни, – Карозерс сделал ряд открытий, в том числе в теории органических реакций. Полсотни патентов, множество публикаций в научных журналах, а главное – прославившее его открытие найлона. Как вспоминал директор химического отдела «Дюпон» Элмер Болтон (сменивший Стайна), Карозерса отличали глубина и широта знаний, которыми он щедро делился с сотрудниками, скромность и простота в поведении, снисходительное отношение к промахам своих подчиненных. Сам он был прекрасным экспериментатором, полностью погруженным в работу. Он пользовался огромным уважением коллег, за советом к нему обращались не только сотрудники фирмы, но и химики из других стран. Единственным его недостатком была слабая нервная система и депрессия, постепенно усиливавшаяся, несмотря на все усилия врачей.

Карозерс вел, как сказали бы у нас, большую «общественную работу». В 1929 году он становится заместителем редактора JACS – одного из самых известных в мире химических журналов, с 1930 года редактирует ежегодники «Organic Syntheses» (в русском переводе – «Синтезы органических препаратов»), выступает на различных конференциях и собраниях. В 1936 году Карозерса избирают членом Национальной академии наук США – впервые в нее избрали химика, работающего в промышленности. С 1928 по 1937 год Карозерс получил ряд весьма привлекательных приглашений от американских университетов, в частности ему предлагали место главы химического факультета Чикагского университета. Но он до конца жизни остался верен своей компании. Уже после смерти ученого исследовательская лаборатория корпорации «Дюпон» была названа именем Карозерса.

Из интересов Карозерса, не связанных с химией, коллеги и друзья отмечают его страсть к чтению и к музыке, любовь к которой привила ему с детства мать. Помимо хорошей библиотеки, у него была большая коллекция музыкальных записей, в том числе его любимые Бах, Бетховен и Брамс. Да и сам он любил петь, причем обладал красивым певчес-

ким голосом. Как-то он признался, что если бы начал жизнь сначала, то посвятил бы ее музыке. Прекрасный голос был и у его сестры Изабеллы, которая была известна в США как «радиозвезда», выступавшая в составе женского трио. Друзья отмечали также застенчивость Карозерса и его впечатлительность; он избегал вечеринок и всех мест, где собиралось много людей, но в небольшой компании был прекрасным собеседником.

В корпорации «Дюпон» Карозерс продолжил исследования в области химии полимеров. В те годы не вполне ясным было даже молекулярное строение этих соединений. Карозерс придерживался точки зрения одного из создателей химии полимеров, немецкого химика Германа Штаудингера. Тот считал, что в полимерах присутствуют молекулы с бесконечно длинными цепями, атомы в которых соединены с помощью обычных химических связей. Карозерс решил доказать это положение путем синтеза таких цепей, используя хорошо известные реакции, например реакцию образования сложного эфира из органической кислоты и спирта: $\text{RCOOH} + \text{R}_1\text{OH} \rightarrow \text{RCOOR}_1 + \text{H}_2\text{O}$. Очевидно, что для получения длинной цепочки необходимо взять кислоту с двумя карбоксильными группами на концах молекулы и провести ее реакцию с двухатомным спиртом – диолом, имеющим две гидроксильные группы (другое название алифатических диолов – гликоли, а простейший их представитель – этиленгликоль $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$). В феврале 1928 года, сразу же после переезда в Уилмингтон, Карозерс сообщает в письме своему коллеге Джону Р.Джонсону из Корнеллского университета, что собирается работать в области синтеза высокомолекулярных соединений, изучать их строение и побить рекорд Фишера – 4200 (он имел в виду синтез олигопептида с такой молекулярной массой немецким химиком Эмилем Германом Фишером).

Реакция дикарбоновых кислот с диолами привела к образованию полиэфиров с молекулярной массой от 1500 до 4000, молекулы содержали до 25 пар мономеров. Так было доказано, что полимеры – обычные молекулы, только очень длинные. К концу 1929 года удалось довести молекулярную массу до 6000, но более длинные цепи не получались. Карозерс понял, что для получения максимально длинных цепей равновесие реакции поликонденсации: $n\text{HOOC-X-COOH} + n\text{HO-Y-OH} \leftrightarrow [-\text{OC-X-CO-O-Y-O}]_n + 2n\text{H}_2\text{O}$ необходимо смещать вправо, а для этого нужно как можно более тщательно удалять воду. Вместе со своим сотрудником Джулианом Хиллом Карозерс сконструировал установку, названную «молекулярным дистиллятором», в которой вода удалялась из полимеризующейся горячей смеси с помощью конденсации на охлаждаемой поверхности. Это позволило почти на порядок увеличить длину цепи и изменить свойства полимера.

Карозерс в лаборатории компании «Дюпон»

В 1941 году, уже после смерти Карозерса, в результате поликонденсации ароматической терефталевой кислоты $\text{HOOC-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$ с этиленгликолем был получен новый замечательный полиэфир $[-\text{OCC}_6\text{H}_4\text{COOCH}_2\text{CH}_2-]_n$ известный как дакрон, терилен или кримплен. Этот полиэфир устойчив к воде и органическим растворителям, термостоек (плавится около 260°C). Его широко применяют для изготовления полиэфирных волокон и нитей, магнитофонных лент, контейнеров, бутылок для различных напитков (такие бутылки обычно помечены символом PET – от англ. Polyethyleneterephthalate, или ПЭТФ). Сейчас мировое производство этого полиэфира превышает 10 млн. тонн в год, причем 90% расходуется на производство волокон. В России волокно и пленки из этого эфира называют «лавсан» – сокращение от «Лаборатория высокомолекулярных соединений Академии наук».

К началу 1930 года в группе Карозерса работало уже восемь химиков, в апреле этого года они совершили сразу два крупнейших открытия: получили новый синтетический каучук неопрен и первое в мире синтетическое волокно. Неопрен был открыт случайно в результате работ с моно- и дивинилпроизводными ацетилена: $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$ и $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$. Их синтезировал Джулиус Ньюланд, в 1925 году он сделал об этом сообщение на симпозиуме Американского химического общества, после чего началось его сотрудничество с «Дюпон». А в 1929 году в Ленинградском университете С.В.Лебедев в результате полимеризации дивинила (бутадиена) получил синтетический бутадиеновый каучук. Когда-то в компании «Дюпон» пытались получить каучук из дивинилацетилена, но безуспешно. Тот же результат был получен и с продуктом гидрохлорирования этого мономера. Карозерс решил сначала тщательно очистить дивинилацетилен, поручив работу Арнольду Коллинзу. В результате реакции у того получились не желтые, как до этого, а бесцветные пленки полимера. Логично было попробовать выделить и идентифицировать примесь, вызывавшую желтизну. Подвергнув неочищенный дивинилацетилен ректификации, Коллинз выяснил, что примесь представляет собой винилацетилен. Из него он получил жидкость, которая затвердевала с образованием каучукообразной массы. Это был первый образец нового хлорбутадиенового каучука – неопрена.

Теперь можно было направленно синтезировать исходный мономер, 2-хлор-1,3-бутадиен (хлоропрен), путем присоединения хлороводорода к винилацетилену. Синтез был осуществлен все тем же Ньюландом. Оказалось, что этот мономер полимеризуется в сотни раз быстрее, чем 2-метил-1,3-бутадиен (изопрен), давая каучукоподобный полимер цветом от светло-янтарного до темно-желтого. Он заметно отличался от известных до того типов искусственного каучука. А по устойчивости к маслам, растворителям, агрессивным средам и солнечному ультрафиолету он превосходил даже натуральный каучук, представляющий собой полиметилбутадиен (полиизопрен). И уже в следующем году началось промышленное производство хлоропренового каучука под фирменным названием «неопрен». Его первое применение в США – устойчивые к бензину шланги для его перекачки. С начала лабораторных исследований Карозерса прошло всего три года! Неопрен получил широкое распространение: сейчас он производится сотнями миллионов тонн ежегодно. Из него делают уплотнители, в том числе и для космических кораблей, шланги, рукава, пропитанные ткани, оболочки кабелей, антикоррозионные покрытия, пластификаторы.

Не менее важными были и теоретические изыскания Карозерса. Он исследовал много гомологов и аналогов хлоропрена и изучил связь между их строением, реакционной способностью и свойствами каучука и резины – продуктов полимеризации и вулканизации. А заодно изучил механизмы реакций 1,4-присоединения к диенам и аллильных перегруппировок, обогатил химию ацетиленовых соединений. В результате появилось более 30 публикаций в научных журналах.

Группа Карозерса продолжила работы с полиэфирами, а также начала изучать полиамиды, к которым принадлежат и белки. Карозерса, в частности, интересовало, что получится при поликонденсации двухосновных кислот с диаминами или гликолями, имеющими как можно более длинную цепь, – кольцевые молекулы или очень длинные цепи. Для синтеза решили взять кислоту с уже готовой, довольно длинной цепью из 16 атомов углерода – тетрадекандикарбоновую (тапсиевую). Когда ее нагрели с пропиленгликолем $\text{HO}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ в «молекулярном дистилляторе», получился смолообразный продукт, из которого Хилл вытянул гибкие нити. А дальше случилось неожиданное: оказалось, что после охлаждения



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

эти нити можно сильно растянуть в очень тонкие и прочные волокна, имеющие шелковистый блеск. Измерения показали, что был получен полимер с рекордной на то время молекулярной массой более 12 000.

Растяжение приводило к ориентации молекул полимера с увеличением прочности. Синтезированные алифатические полиэфиры слишком легко плавилась – ниже 100°C , подвергались воздействию воды, частично растворялись в средах для химической чистки и потому не годились для текстильной промышленности. Но работа оказалась полезной: были разработаны методы синтеза полимеров, структурно подобных целлюлозе и шелку, первых полученных человеком волокон, ориентация молекул в которых, а также прочность и гибкость сравнимы с природными. На примере реакций с участием диеновых углеводородов, олиэфиров, полиамидов и полиангидридов Карозерс создал общую теорию реакций полимеризации и поликонденсации, навел порядок в терминологии на этом мало исследованном поле.

Карозерс понимал, что в результате поликонденсации возможно образование не только длинных цепочек – оба конца растущей цепи содержат реакционноспособные группы. Так что одновременно с полиэфирами группе Карозерса удалось осуществить и синтез многочленных циклических соединений. Работая с циклическими полиэфирами, Карозерс получил в качестве побочного продукта соединение с интересным запахом. Новое вещество, 15-членное циклическое соединение, оказалось синтетическим аналогом природного 3-метилциклопентадеканона – мускона, входящего в состав парфюмерных композиций.

Ободренный успехами в синтезе олиэфиров, Карозерс решил заменить одно из исходных веществ и вместо двухатомного спирта (диола) взять диамин. Было известно, что в реакции карбоновой кислоты с амином образуется молекула с амидной связью: $\text{RCOOH} + \text{R}_1\text{NH}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CO}-\text{NH}-\text{R}_1$. Такие же связи присутствуют в молекулах гигантских природных полимеров – полипептидах; недаром амидная связь называется также пептидной. Поэтому если взять дикарбоновую кислоту и диамид, должен получиться полимер, структурно аналогичный олиэфире, – полиамид. Карозерс знал также, что низкомолекулярные амиды имеют более высокую температуру плавления, чем соответствующие сложные эфиры. Требовалось, чтобы полимер имел достаточно высокую температуру плавления и в то же время чтобы волокно было немного шероховатым и пригодным для прядения. Карозерс полагал, что эти свойства несовместимы – разве только удалось бы каким-нибудь фантастическим способом совместить синтез полимера и прядения из него, как это делает паук или гусеница шелкопряда.

Выхода из тупика не было видно, да и Карозерсу не нравилась ярко выраженная утилитарная направленность работы, и он начал сворачивать тему. А начальство хотело практических результатов, и оно тоже оказалось право.

Окончание следует



ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

Арктический лед и углекислый газ

Морской лед играет активную роль в формировании годового цикла углекислого газа в Арктике. Это впервые доказали ученые из Арктического и антарктического научно-исследовательского института РАН (Санкт-Петербург). Исследователи работали в рамках Государственного контракта между Федеральным агентством по науке и инновациям и Институтом глобального климата и экологии (alexgv@aari.nw.ru).

В 2004–2005 годах российские полярники впервые измерили концентрацию углекислого газа в атмосфере в разные сезоны на дрейфующих станциях СП-33 и СП-34. Специалисты Арктического и антарктического научно-исследовательского института РАН проанализировали результаты этих измерений и пришли к выводу, что сезонные колебания концентрации CO_2 зависят от нарастания и таяния морского льда.

Обмен углекислым газом между атмосферой и Мировым океаном идет непрерывно. Атмосферная концентрация CO_2 меняется в зависимости от сезона: зимой она выше, летом ниже. Специалисты, высчитывая баланс CO_2 , обычно не учитывали роль Арктического бассейна, поскольку полагали, что ледяной покров практически полностью препятствует газообмену. Однако самые сильные сезонные коле-



бания метеорологи регистрируют именно в высоких широтах, особенно в области распространения морского льда. По мнению петербургских ученых, морской лед заметно влияет на формирование сезонного цикла.

Морской лед в Арктическом бассейне образуется из морской воды с соленостью около 30–32 ‰. Пресная вода вымерзает, и во льду остается рассол морских солей, который стекает к нижней поверхности льда, частично поступая в верхние слои океана, а частично оставаясь в замкнутых полостях льда. Ионы кальция в солевом растворе взаимодействуют с растворенной уксусной кислотой. В результате такой реакции образуются карбонат кальция, вода и углекислый газ, который вместе с рассолом попадает в верхний слой воды подо льдом и через микротрещины во льду – в атмосферу. В марте–апреле воздух над арктическими льдами спокоен, и углекислый газ накапливается в нижнем слое приполярной атмосферы, усиливая зимний максимум концентрации над замерзшим океаном.

Летом лед тает вместе с покрывающим его снегом. На ледяной поверхности возникают снежные лужицы с холодной пресной водой, в которой взвешен плохо растворимый карбонат кальция. При нулевой температуре известковая вода реагирует с CO_2 , образуя растворимый гидрокарбонат кальция. Углекислый газ прекрасно растворяется в холодной воде, поэтому его летняя концентрация в атмосфере уменьшается не только за счет химической реакции. Его поглощает опресненная вода на поверхности разводий, трещин и каналов. Летом в верхнем слое воды активизируется планктонная жизнь и идет фотосинтез, который также требует CO_2 . В результате всех этих процессов возникает летний минимум углекислого газа в воздухе над льдом и в подледном слое воды.

Никто еще не измерял концентрацию диоксида углерода над и подо льдом в течение всего года в Арктическом бассейне и в арктических морях. Поэтому ученые не могут экспериментально доказать свою гипотезу. Однако косвенные подтверждения у них есть. Чем больше льда и воды



вовлечены во взаимные сезонные переходы, тем больший размах имеют сезонные колебания концентрации CO_2 . Кроме того, ежемесячное изменение концентрации углекислого газа на Барроу за 1980–1990 гг. совпадает с изменением толщины льда в Арктическом бассейне.

Российские исследователи с уверенностью предполагают, что образование и нарастание льда зимой может быть причиной усиления сезонных колебаний CO_2 в высоких широтах, а Арктический бассейн может быть источником углекислого газа. Чем больше зимой намерзнет льда, тем выше будет концентрация CO_2 .

КЛИМАТ

Метан в атмосфере в прошлом и будущем

Специалисты Института физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН и Московского физико-технического института оценили вклад различных регионов в эмиссию метана в атмосферу во второй половине XX века. Болота чутко отозвались на глобальное потепление: поток метана из их недр растет mokhov@ifaran.ru.

Климат нашей планеты зависит от углеродного цикла, а углеродный цикл – от климата. Говоря о круговороте углерода, мы привычно вспоминаем об углекислом газе, но существенную роль в этом процессе играет и метановый обмен. По степени влияния на климат метан занимает почетное третье место, уступая лишь водяному пару и углекислому газу. Один из источников метана – вечная мерзлота. В России она покрывает около 2/3 территории. Если вечная мерзлота начнет таять, в атмосферу поступит



значительная масса метана – специалисты называют эту ситуацию эффектом метановой бомбы. Увеличение добычи нефти и газа также может спровоцировать рост эмиссии метана в атмосферу. Но московские ученые сосредоточили свое внимание на основном источнике метана – болотах.

Исследователи учитывали изменения приповерхностной температуры атмосферы и осадков, температуру и влажность почвы и глубину ее протаивания там, где она замерзает. Именно от этих факторов зависит в первую очередь эмиссия метана из болот. Для модельных расчетов потоков метана и их изменений послужили среднемесячные данные ERA-40 для приповерхностной температуры и осадков в 1958–2000 гг. с разрешением 2,5 градуса по широте и долготе. Модель, которой воспользовались ученые для своих расчетов, вполне реалистично воспроизводит ситуацию. Согласно этой модели, средняя величина эмиссии метана в северном полушарии за 1958–2000 гг. составляет 143 Мт/год, при этом на долю тропиков пришлось 115 Мт/г. С середины 1970-х годов общая эмиссия метана растет, а до этого с конца 1950-х годов она уменьшалась. Общий поток метана менялся год от года не более чем на 6%, а во внетропических широтах эти колебания заметно сильнее – около 10% и даже больше. При этом тропические болота более чутко реагируют на повышение температуры, чем болота северные.

По мнению ученых, если глобальное потепление будет продолжаться, общий рост потоков метана в атмосферу возрастет. Увеличение приповерхностной температуры на 1 К приведет к увеличению эмиссии метана в среднем на 7%. Но региональные тенденции будут зависеть от влажности. Высокая влажность усилит температурный эффект, а малое количество осадков приведет к иссушению почвы и уменьшению заболоченности, и тогда эмиссия метана в атмосферу из этих районов уменьшится.

экология

Бутылки в разных водах

Синтетические, не разрушаемые в природной среде полимеры совершили революцию в жизни человека XX века, однако их применение создало глобальную экологическую

проблему «полимерного мусора». Решить ее радикально можно, лишь перейдя к использованию полимеров, способных разлагаться на безвредные компоненты. Специалисты Института биофизики СО РАН и Сибирского федерального университета работают над созданием биоразлагаемых полимеров. Создание таких материалов поддерживают РФФИ-ККФН, Министерство образования и науки РФ, Американский фонд гражданских исследований и развития (CRDF), а также программа «Фундаментальные исследования и высшее образование» (volova45@mail.ru).

Материалы, о которых идет речь, представляют собой полимеры оксипроизводных жирных кислот (полигидроксикарбоксилаты, ПГА) – биосовместимые и биodeградируемые материалы микробного происхождения. Технологию синтеза, выделения и очистки ПГА разработали в Институте биофизики СО РАН. Этот полимер синтезируют бактерии *Ralstonia eutropha* из разных исходных материалов: смеси водорода и углекислоты, синтез-газа, который получают из углей и лигнина, конвертированного газа, фруктозы, глюкозы, ацетата или глицерина. А другие бактерии и актиномицеты разрушают ПГА в почве, компосте, активном иле и в воде, пресной и соленой. Вопрос только в том, с какой скоростью происходит это разрушение в разных условиях.

Многие люди склонны рассматривать любой водоем, будь то озеро или обычная лужа, как естественную урну. Бутылкам, брошенным в воду, несть числа, поэтому неудивительно, что ученые прежде всего исследовали скорость деградации ПГА в природных водоемах. Эксперименты проводили в малых водохранилищах Бугач и Лесной, расположенных в 6 км друг от друга. Водоемы практически одинаковы по кислотности, кислородному режиму и температуре воды. Однако в воде Бугача выше концентрация минерального фосфора, поэтому лучше условия для жизни микроорганизмов. Это водохранилище богато бактериальным и фитопланктоном, а летом вода его «цветет» цианобактериями. Микрофлора Лесного гораздо скромнее, и вода в нем не зацветает.

Ученые исследовали сополимеры гидроксипропирилата с гидроксипропирилатом. Предварительно взвешенные образцы помещали в сетчатые нейлоно-

вые контейнеры и опускали в прибрежные воды, насыщенные кислородом. В водохранилище Бугач контейнеры с пластиком опускали еще и на дно, на глубину 4 метра, в черные илы, где кислорода практически нет. В присутствии кислорода ПГА разлагаются до углекислоты и воды, в анаэробных условиях – до воды и метана. Первую серию опытов исследователи провели в мае–июне, при начальной температуре воды 5,5 градусов. Вторую серию экспериментов выполняли в августе–сентябре, когда вода прогрелась до 19,5 градусов. Каждую неделю из воды вынимали по три образца и взвешивали.

Оказалось, что в илах водохранилища Бугач полимеры разрушаются медленнее, чем в прибрежной зоне. В начале лета период полураспада полимера составил в илах 55 суток, а у берега 41 сутки. В конце лета потеплело, и полимеры разлагались быстрее (период полураспада 32 и 21 сутки соответственно). Водохранилище Лесное не богато микроорганизмами, поэтому и биodeградация пластика в нем протекала почти в 2,5



раза медленнее. В июне период полураспада полимера составил 109 суток (в Бугаче в это время – 41 сутки), а в сентябре, несмотря на более высокую температуру воды, – целых 194.

Скорость разрушения биопластика сильно зависит от температуры и минеральной составляющей воды. Присутствие в ней минерального фосфора создает благоприятную среду для бактерий, разлагающих ПГА. Стало ясно, что бутылка, попавшая в донный ил, пролежит там дольше, чем в неглубоких прибрежных водах. Однако тот факт, что брошенный в воду пластик сможет исчезнуть «сам собой» за 3–4 месяца, не следует рассматривать как приглашение разбрасывать всюду мусор, пусть даже и биоразрушаемый.



Экспериментаторы

В апреле этого года состоялись юбилейные XV Чтения им.В.И.Вернадского – Всероссийский конкурс юношеских исследовательских работ. На него, как всегда, приехало много ребят, которым повезло: у них нашлись неравнодушные учителя.

Наша редакция отметила на конкурсе нестандартные экспериментальные исследования по химии и биологии. Таких было не очень много: гораздо больше ребят предпочли быть чистыми натуралистами или экспертами по состоянию окружающей среды. Давайте познакомимся с призерами.

Десятиклассница **Ксения Сафина** из Челябинска изучала антимикробную активность растений семейства губоцветных, произрастающих в Челябинской области. Свое исследование она проводила на базе бактериологической лаборатории при областной станции переливания крови. Ксения пропитывала водным экстрактом растений стерильный диск из фильтровальной бумаги и вносила его в чашку Петри, где на агаре росли патогенные бактерии, например стафилококки. А через сутки измеряла размер зон вокруг диска, в которых бактерии погибали или переставали расти. Она также определяла, при каких разведениях экстрактов задерживается рост микроорганизмов. Выяснилось, что водные экстракты изученных растений обладают антимикробной активностью, и самые эффективные – из шлемника обыкновенного и будры плющевидной. Возможно, из них удастся сделать антимикробные препараты.

Ученики 11-го класса из Екатеринбурга **Алексей Бунаков** и **Вячеслав Фасхив** работали с трансгенными растениями табака (*Nicotiana tabacum*), полученными в лаборатории биотехнологии растений в Пущине. В них были введены агробактериальные гены *IPT* и *IAAM*, а в результате растения начали вырабатывать больше фитогормонов: ауксинов или цитокининов. Ребята смотрели, к каким последствиям это приводит, – измеряли удельный вес, длину и площадь листьев, содержание растворимого белка и накопление углеводов в табаке. Оказалось, например, что у ауксиновых растений хлоропласты более крупные по сравнению с контрольными, а у цитокининовых, напротив, более мелкие.

Минчанка **Анастасия Каврус** (9-й класс) изучала стресс-протекторное действие лития. Этот металл начали относить к микроэлементам совсем недавно, и его роль в организме пока слабо изучена.

Известно, что он участвует в деятельности нервной системы, повышает ее способность к адаптации. Настя провела это на примере дождевого червя *Eisenia fetida*. Исследовательница смотрела, как подопытные черви, получающие с кормом соли лития, и контрольные, не получающие, переносят обезвоживание. Оказалось, что металл действительно помогает животным выжить при недостатке воды.

Настин земляк **Всеволод Игумнов** из 10-го класса изучал процесс получения метана, то есть биогаза, из органических отходов. Биотехнологи давно работают над тем, как усовершенствовать этот процесс. Сева доказал, что пропускание слабого постоянного электрического тока через молочную сыворотку, служившую субстратом для метаногенных бактерий, увеличивает концентрацию метана в биогазе, делает его выделение более стабильным и повышает общий выход газа.

Юлия Гонских из Новокузнецка (11-й класс) занималась геногеографическим картированием. Этот метод помогает понять, как люди заселяли территорию, какие процессы (случайный инбридинг, дрейф генов и т. д.) при этом происходили. Кроме того, так можно выявить районы с высоким риском заболеваний, связанных с теми или иными генами, либо собственные местные населению генетические характеристики, важные при переливании крови или трансплантации органов и тканей. Юлия построила такие карты для Аскизского и Таштыпского районов Хакасии и выяснила, например, что у местных жителей высока частота встречаемости доминантного аллеля D системы резус, аллеля гаптоглобина 2 и сухого типа ушной серы, что сближает хакасов с сибирскими монголоидами. Есть у них и своя специфика: преобладает первая группа крови системы ABO.



Основатель конкурса А.В.Леонтович

Десятиклассники **Сергей Цолетан** и **Ксения Кошемчук** из Челябинской области освоили атомно-эмиссионный метод анализа тяжелых металлов в биологических объектах. А затем убедились, что этим методом можно определить, не росли ли искусственно выращенные и лесные грибы на загрязненном субстрате.

Работа москвички **Анастасии Приходько** из 11-го класса называлась «Получение N-ацилированных олигомерных производных хитозана, содержащих концевой кватернизированный атом азота, для использования в биологических и биомедицинских исследованиях». Выбранное ей для работы вещество давно привлекает внимание ученых. Настя пишет, что сегодня существует более 70 направлений применения хитозана и его производных, в том числе в биотехнологии, охране окружающей среды, пищевой промышленности, фармакологии, микробиологии, медицине, косметике, сельском хозяйстве и ветеринарии. Этот полимер хорош, в частности, тем, что у него есть легко модифицируемые гидроксильные и первичные аминогруппы, поэтому из него удобно делать соединения с разнообразными свойствами. Кроме того, это нетоксичный биodeградируемый полимер, отличный адсорбент.

Настя получила производные хитозана, содержащие и кватернизованный (четвертичный) атом азота, и липофильный фрагмент, который обеспечивает сродство с клеточными структурами (для этого к полимеру присоединяли гидрофобные ацильные остатки высших жирных кислот). По идее, такие молекулы могут облегчать трансфекцию – введение ДНК внутрь клетки. Нет нужды объяснять, как важны подобные вещества для генной и клеточной инженерии. К тому же полученный препарат оказался детергентом: с его помощью удалось



Алексей Бунаков и Вячеслав Фасхиев проводят эксперименты с растениями

перевести в раствор исходно не растворимый в воде краситель. Выяснилось также, что он может образовывать ионный комплекс с ДНК.

Екатерина Зезина из Москвы проверяла, можно ли использовать комплекс клеточных липидов как маркер воспаления. Она работала на факультете биоинженерии и биоинформатики МГУ. Концентрацию отдельного липида обычно невозможно точно соотнести с каким-либо заболеванием, поэтому для диагностики нужны методы, определяющие целую группу соединений. Например, жирные кислоты, непосредственно связанные с воспалением. Катя использовала для анализа масс-спектрометрию с мягкой ионизацией (ESI/MS), а моделью воспаления служила культура моноцитарных клеток человека (макрофагов), на которую воздействовали липополисахаридом. Изменения спектра в ее опытах, действительно, обнаружались, и могут свидетельствовать о начале воспалительного процесса. Теперь хотелось бы посмотреть, годится ли метод для диагностики воспаления в живом организме

Светлана Сиротинская тоже исследовала воспаление на клеточной модели в той же лаборатории. В ее экспериментах клетки-макрофаги росли в средах с обычной и с повышенной концентрацией глюкозы. Дело в том, что у больных диабетом воспаление протекает тяжелее, и до сих пор не вполне понятно, как повышение уровня глюкозы в тканевых жидкостях приводит к осложнениям, какие гены и белки задействованы в этом процессе.

Света работала с нуклеиновыми кислотами. После воздействия на макрофаги липополисахаридом она выделяла из клеток РНК, затем в реакции обратной транскрипции получала комплементар-

ную ДНК и проводила с ней полимеразную цепную реакцию, чтобы определить уровень экспрессии разных генов (о нем можно судить по количеству копий ДНК, образующихся в этой реакции). Гены, экспрессия которых увеличивается в наибольшей степени, могут быть маркерами при диагностике воспаления.

Света установила, таким маркером может быть ген iNOS. Он кодирует индуцибельную, то есть образующуюся при воспалении форму фермента NO-синтазы, участвующей в метаболизме важного регулятора физиологических процессов – оксида азота (NO). А вот экспрессия генов COX1 и COX2 (циклооксигеназы, превращающей арахидоновую кислоту в простагландины) не изменялась. На втором этапе школьница смотрела, влияет ли уровень глюкозы на уровень экспрессии гена iNOS. Оказалось, что влияет: экспрессия в стимулированных LPS клетках возрастала на 20% при повышении концентрации глюкозы в питательной среде с 25мМ до 50 мМ.



Светлана Суханова определяет жесткость воды



СОБЫТИЕ

Не все хорошие работы были сделаны в профессиональных лабораториях. **Светлана Суханова** из Москвы (11-й класс) представила работу «Вода в моем аквариуме». Она обратила внимание на то, что pH воды в водных экосистемах очень подвижен. Ночью он уменьшается, потому что растения и животные выделяют углекислый газ, а днем, когда растения активно фотосинтезируют, поверхностные слои воды могут подщелачиваться до pH 9–10. Такие колебания, конечно, тяжело перенести и животным, и самим растениям. Можно ли их уменьшить? Света убедилась, что размах суточных колебаний pH в жесткой воде не так велики. Поэтому исследовательница рекомендует владельцам аквариумов при наличии растений обязательно перемешивать воду фильтрами или аэраторами, а на дно можно класть раковины или кусочки мрамора для повышения жесткости.

Ученица 6-го класса **Жанна Аксенова** из Липецка задумалась о том, как много сигаретных окурков валяется на газонах города. Про вред курения известно многое, а не влияют ли табак и зола на рост растений? Проверить это она решила на примере индикаторного растения – кресс-салата. Жанна выращивала его на почвах с разной степенью загрязненности веществами окурков и смотрела, как там прорастают семена. Исследования показали: окурки незначительно влияют на всхожесть семян, но сильно подавляют развитие проростков, вплоть до их гибели. Они в большей степени тормозят рост корня, нежели побега, и чем выше концентрация вредных веществ, тем хуже растет кресс-салат.

Все работы были хороши по-своему: одни – интересной постановкой проблемы, другие – аккуратным исполнением, третьи – грамотным осмыслением результатов. Это прекрасная школа для исследователей.

М.Литвинов

Химическое решение одной математической задачи

Доктор химических наук
М.Ю.Корнилов



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

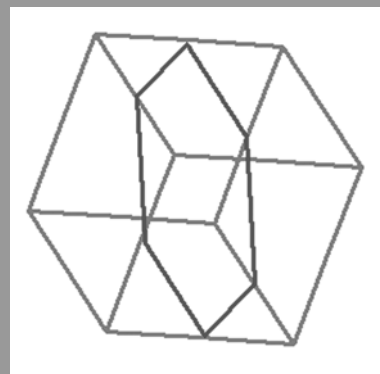
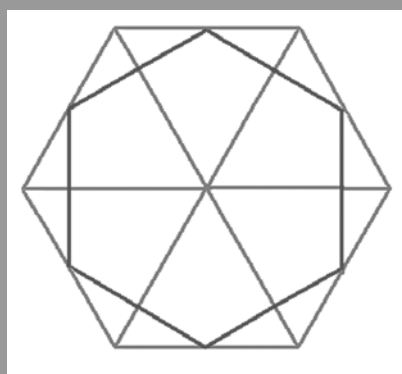
В книге В.А.Успенского «Колмогоров, каким я его помню» (М.: Наука, 1993) рассказывается, что на лекции великого русского математика А.Н.Колмогорова произошел такой случай. Андрей Николаевич предложил присутствующим за три минуты решить задачу: каким образом при пересечении куба плоскостью может получиться шестиугольник. Академик нарисовал на доске куб и стал пересекать его плоскостью, но, как он ни старался, шестиугольник у него не получился. Колмогоров слегка разозлился, стер куб и перешел к другой задаче.

В математике главное в таких задачах – суметь изобразить чертеж. История умалчивает о том, нашел ли кто-то из слушателей решение, хотя оно просто: надо расположить куб так, чтобы на проекции совпали две его наиболее удаленные вершины, после чего поочередно соединить середины сторон куба, лежащих на шестиугольном контуре его проекции (рис. 1):

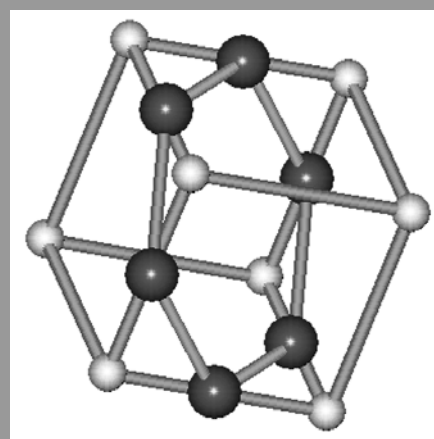
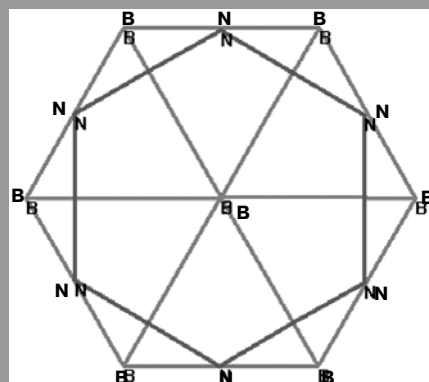
Соотношение сторон куба и шестиугольного сечения, очевидно, равно корню из двух.

Вероятно, химик сформулировал бы свой подход к условию задачи: найти молекулу-куб, в которую можно вписать молекулу-шестиугольник. Перебор моделей из атомов второго и третьего периодов, теоретически пригодных для построения таких моделей, позволил найти пару кандидатов: борный куб (простые связи бор-бор, длина 0,177 нм) и азотный шестиугольник (двойные связи азот-азот, длина 0,125 нм).

Предлагаем химикам поискать другие решения. Математики пока могут отдохнуть.



1
Куб и его шестиугольное сечение в двух проекциях



2
Две проекции борного куба
и вписанного азотного
шестиугольника



VIII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодёжи НТТМ-2008

25 – 28 июня 2008 г., Москва, ВВЦ, павильон № 57



Организаторы:

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Правительство Москвы,
Всероссийский выставочный центр,
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области



При поддержке:

Торгово-промышленной палаты Российской Федерации



НТТМ-2008 – это:

Праздник молодёжной науки, демонстрация уникальных возможностей начинающих специалистов в построении общества, основанного на знаниях;



Итоги смотров, конкурсов и выставок научно-технического творчества и научно-исследовательской деятельности молодых специалистов, аспирантов, студентов, школьников, учащихся центров дополнительного образования;



Результаты поиска перспективных решений, воплощение новых идей в области науки, техники и технологий.



Победители конкурса номинируются на:

- ♦ премию для поддержки талантливой молодежи
- ♦ присуждение грантов по программе «У.М.Н.И.К»
- ♦ вручение медалей «За успехи в научно-техническом творчестве молодежи»



Участники выставки – представители интеллектуальной молодёжи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.



www.ntfm-expo.ru
www.vvcentre.ru

Юрий Юрт

Великий ужас с Планеты Песков

Художник Е. Силлина



Детективная история, состоящая из вступления, заключения и собственно истории



ФАНТАСТИКА

Вступление, которого могло бы не быть, если бы автору не платили по пять галактических шестипенсовиков за строчку

— Приключилось это... — Фоксельтас Свиттер отхлебывает из кружки, морщится и продолжает, — когда я жил на одной довольно-таки далекой планете.

— Какой именно? — интересуется любопытный Маруко, робот-штамповщик.

— Не порть историю! — грозит пальцем Фоксельтас. — Назвать планету дело нехитрое. Но надо ли? Ведь наверняка скажешь — мол, на соседнем астероиде жили твои дед и бабушка, ты гостил у них каждое лето и прекрасно знаешь, что это вообще не планета, а спутник-шпион, лишенный атмосферы. Мало ли что тебе в голову придет соврать. А вранья я не люблю.

— Нет, давайте разберемся, — начинает Маруко.

— Я еще и с тобой до конца не разобрался, — отмахивается Фоксельтас, накладывая в тарелку сырники, прямо в белое озерцо сметаны. — Ты, Маруко, кто? Штампуеть роботом? Или, наоборот, ты робот, который что-то штампует? Что это вообще за дурацкие слова «робот-штамповщик»? Кто их придумал? Так что молчи.

Зал одобритительно гудит. А кто не может гудеть, тот из всех сил подмигивает Фоксельтасу всеми лампочками корпуса — дескать, давай, гни свою линию, мы слушаем, а некоторые даже записывают.

В едальне всегда весело. Поутру здесь то и дело вымещают из-под столов чьи-то детали и чьи-то зубы. На прошлой неделе через черный ход вынесли на уносилках обломки, и было страшно смотреть, как волочится по земле белесая перфолента, разматывающаяся в раскроенном титановом черепе. Но все равно все приходят сюда каждый вечер. А кто не может ходить, тот приползает или прилетает. Или даже прибегает по проводам и слушает беседу, не выходя из розетки, что в едальне-говорильне не запрещено.

— Ну так вот... — торжественно начинает Свиттер. — Как известно, если кто и не способен к разного рода вранью и жульничеству, так это хозяева маленьких, пыльных антикварных магазинов на дальних планетах и безвестных астероидах. Кристально честные люди. Иначе, согласитесь, магазин их был бы побольше, почище и поближе к Солнечной системе! Куда податься бедному, порядочному человеку с его-то умом и дарованиями в наших-то галактических дебрях?! — И Фоксельтас ударяет кулаком по столу.

Тот обиженно переступает с ноги на ногу. На столешнице тут же проступает синяк, и Фоксельтас смущенно прикрывает его салфеткой.

— На-а-адо же! — говорит робот-штамповщик Маруко.

— Мы-то думали, что вы — знаменитый сыщик, а вовсе не хозяин маленького антикварного магазина.

Фоксельтас Свиттер с минуту молчит. Потом качает головой.

— Вот из-за этого самого Маруко, дорогие друзья, — разводит руками Фоксельтас, — вы так и не услышите сегодня знаменитую историю о пропавшем Алмазе Антиквара с Астероидов.

Зал встревоженно гудит. Маруко укатывается куда-то под стол, уворачиваясь от лап, ног и клешней. Наконец затаивается в самом дальнем углу и даже включает аварийный маячок: видимо, от чьей-то лапы увернуться не удалось.

— Ничего, — говорит Фоксельтас и придвигает к себе сковороду с гигантской яичницей-глазуньей, — я расскажу что-нибудь другое. Например, про Великий ужас с Планеты Песков. Это тоже вполне себе поучительно.

История, рассказанная Фоксельтасом Свиттером, в то время как робот-штамповщику Маруко вправляли новые мозги

— В свое время, лет десять назад, я очень любил завтракать, обедать и ужинать. Искренне любил, по-настоящему.

У нас, на астероидах, много нынче развелось людей, которые едят только для того, чтобы показать: да, мы гуманоиды, мы не из тех, кто занимается фотосинтезом по темным углам. Вот отбивная, а вот следы наших зубов на ней: ровно тридцать два, и это только в верхнем ряду.

Я же ел потому, что не мог не есть. И с привычкой этой и не думал бороться.

Каждое воскресенье я садился на вездеход-всепогодник и отправлялся через пустыню к ближайшему магазину. За едой. Для себя и для вездехода. Он соглашался работать за место в гараже, бензин и еду. Хотя, конечно, верил, что доживет до счастливых времен, когда и вездеход-всепогодник, и карета класса люкс станут равны в правах и обязанностях, как это было во времена старые и добрые, до прилета землян.

— Или не доживу, — мрачно сказал вездеход, глядя на бесконечную череду седых барханов.

— Что? — спросил я.

— Кажется, мы заблудились, — охотно пояснил вездеход. — Что-то, а здешнюю дорогу я знаю. На повороте от заброшенной водокачки к бурому камню должен стоять домик лесника и расти два куста саксаула. А что мы видим вместо этого? Покореженный космический корабль. Вывод прост и очевиден: мы заплутали в песках и погибнем, так и не дождавшись счастливых дней.

Я надел очки и огляделся. Действительно, на холме возвышалась огромная сверкающая машина, космический

корабль. Венерианский, судя по иллюминаторам. И покореженный, да. Как будто в тот момент, когда юнге вздумалось закурить, на борту был груз тротильных шашек и тротильных же шахмат для марсианского казино. Такие случаи бывали.

Я призадумался.

И тут у меня в кармане запищал телефон.

— Котонозо н Фоксельтас? Спараюки марсиано? — топлоливо прокричал кто-то в трубке.

— Нет! — ответил я довольно-таки резко. — Не спараюки.

— Поксольдотто н, котонозо Фоксельтас! — извинился незнакомец, но тут же продолжил вопить мне в самое ухо: — Но тобортотто-кз венериан спейсшип. Исотогото кээс-того! Катострофо, котонозо Фоксельтас! Ксиолотонда! Соторопого галактические шиллинг фо котонозо Фоксельтас!

И нас рассоединили.

Да, такова она, марсианская телефонная сеть — астрономы древности, помнится, принимали ее кабели и вышки за гигантские каналы, прорытые на поверхности планеты.

— Ну же, всепогодник, поехали! — радостно закричал я. — Кажется, звонили из города. Предлагают распутать дело о крушении корабля и обещают за это деньги и славу!

— Никуда я не поеду, — огрызнулся вездеход, — пока мне не выдадут предельно точные координаты нашего местонахождения. Например, далеко ли мы от водокачки? С какой стороны бурый камень?

Я засмеялся. Вообще, я бываю довольно весел первые несколько дней после того, как мне говорят что-то насчет «соторопого галактические шиллинг». Такова моя натура.

А вездеходу, конечно, все равно. Потому что, когда вездеход-всепогодник и карета класса люкс станут мирно пахать поля вместе с бороной и комбайном, даже и слово такое, «галактический шиллинг», будет забыто.

— Знаешь, почему я самый удачливый сыщик в этом участке галактики? — спросил я всепогодника, поправляя седло. — Потому что отлично знаю человеческую натуру. И так же хорошо разбираюсь в природе вещей. — Я отряхнул серую пыль с красной попоны вездехода и взялся за стремяна. — Если космический корабль должен куда-то упасть, то он упадет непременно на крышу твоего нового дома. А лесник как раз на прошлой неделе закупал черепицу, кружевные занавески и коврик с надписью: «Добро пожаловать». Вот и сработал коврик. Сработал.

— Голословно, — заметил вездеход.

— У левой нижней дюзы звездолета любопытный путешественник может заметить два примятых кустика саксаула, — голосом экскурсовода-любителя проговорил я. — И также любителя старины не оставит равнодушным висящий на антенне отражателя сапог. Такие сапоги были чрезвычайно популярны у лесников данной местности, со времен Пескожила Великого и до наших дней. Таким образом...

Но договорить мне не удалось.

По лиловому небу с тревожным воем промчался метеорит не метеорит, но какое-то небесное тело, охваченное огнем. Промчалось и рухнуло куда-то за дюны. И сразу по ногам ударила волна теплого воздуха, так, что шнурки ботинок с минуту плясали, обвивая щиколотки, будто норвили, испуганные, вскарабкаться наверх и укрыться за пазухой.

Я ойкнул и уронил очки.

А вездеход поступил и вовсе неподобающе: рухнул на песок, откинул метра на четыре копыта, пустил изо рта

струйку бензина и сменил цвет с жизнерадостно-красного на трупно-серый. И тотчас же нагрянули барханные мухи — вездеход умудрился послать каждой из них, дремавшей себе спокойно в норе, мнемодиаграмму: «Свежий труп быстрогого повозки. Спешите к кустам саксаула. Доброжелатель».

— Это инстинкт, — чуть позже оправдывался он, — ничего не попишешь. Вы, может, всякому метеориту рады, как собственной матери. Вот, кричали что-то соответствующее. А я, признаюсь, струхнул.

— Н-ничего, друг, — сказал я, нашаривая в песке очки, — страх — естественное чувство. Хотя мне оно не присуще.

И мы с вездеходом отправились к дымящейся воронке, где должен был лежать наш метеорит не метеорит, но, во всяком случае, неведомое небесное тело.

Это оказался конечно же еще один космический корабль. Чуть поменьше первого, не такой нарядный: то есть без ложных дюз по бокам, да и иллюминаторы не в три ряда. Но корабль. Венерианский.

Судна этого класса я отлично знаю. Они предназначены для перевозки скота и перелетов в сельской местности. Никаких марсианских особо ценных грузов. Простота и экономия. Я и сам прибыл на планету на таком.

Однако и этот корабль был словно вспорот изнутри. Будто что-то чудовищное только что вырвалось наружу из стального брюха и поселилось в окрестных дюнах.

Мы с вездеходом разом вздрогнули, и он опять чуть посерел и даже втянул в уши все пять флажков и посеребранный клаксон.

— Не замечаешь что-нибудь необычное или странное? — спросил я у всепогодника. Очки мои опять упали на песок, и я ничего не мог разглядеть, как ни шурься.

— Похоже на заброшенную нору пескожила, — заглянул в какую-то яму вездеход. — Я бы даже сказал, похоже на свежую нору пескожила. Но, как известно, пескожилы покинули эти барханы тысячи лет назад. Значит, я вижу хорошо сохранившуюся нору пескожила. Ей-богу, сам поселился бы там, будь я пескожил.

— Кстати, куда они исчезли? — Я протер очки замшевой тряпочкой и бережно водрузил их на нос. — Все собирался спросить, но как-то не было подходящего случая.

— Кто?

— Ну эти, обитатели песков?

— В свое время венерианцы предложили им какую-то работу. В один день все пескожилы снялись с насиженных мест и покинули планету, — охотно отозвался внедорожник. — Оставили ее нам. И правильно сделали! Хотя, конечно, есть что-то несправедливое в том, что добродушный победитовый червяк должен мчаться на край света только потому, что...

— Что там ему за каторжный труд заплатят пару-тройку жалких галактических шиллингов, — закончил я за вездехода. За долгие годы совместных путешествий я выучил эту фразу наизусть.

— Только потому, что венерианские караси не клюют на хлебный мякиш, — мрачно договорил всепогодник. — Другой причины не вижу...

Когда мы добрались до поселка, то на полдороге к магазину нас перехватил шериф.

— Никогда бы не подумал, что телеграмма дойдет так быстро! — сразу же закричал он.

— Телеграмма? — спросили мы с вездеходом хором.

— Да, я послал вам эту чертову телеграмму, — закивал

шериф, то потирая руки, то промакивая лоб платком. — Но поймите меня правильно, ведь был же и повод. Когда мне позвонили эти чертовы марсиане, я чертовски перепугался.

— Вы говорите по-марсиански! — Я сразу зауважал шерифа.

— Что вы! Совсем не говорю, — смутился тот. — Ну, так. Котобозо соторопого... Именно что соторопого. Не более. И самые, знаете, простейшие котобозо. Угадаете какие? Правильно. Спараюки марсиано не. Во как! Да еще слышно было очень паршиво. Но мне кажется, самое важное они сказали по-нашему. Помню, если дословно... — Шериф остановился и тревожно забарабанил пальцами по доске забора. — Позвольте... Хм-м-м. Вот, я расслышал, что, мол, Каэс — того! К.С. — это мы так космическую станцию зовем. Космическая станция — того. Я страшно перепугался и сразу подумал, что речь идет о «Гуттенберге».

— И вы... — начал я.

— И я сначала немного полежал на веранде, потом выпил валерьянки, а потом побежал давать телеграмму. А когда я возвращался с почты и был от дома метрах, поверите, в ста, прямо на мой огород упала венерианская космошлюпка, прогулочная, класса облегченных, малогабаритных. Но самое страшное не это.

— А что? — поежился я.

— Из обломков корабля выползло что-то вроде огромного пятнистого ремня и укрылось в лопухах, — затараторил шериф, тревожно озираясь и пришептывая. — Никогда еще не видел такой ужасающей, прямо-таки зияющей дыры, уводящей в бездну. Она и теперь там. — Он указал в сторону зарослей едва заметным движением мизинца. — Только я туда, в лопухи, больше ни ногой...

— Дорогой мой копытный друг, — я повернулся к вездеходу, — кажется, уже сегодня нам придется возвращаться по нашим следам. Никаких ночевок в поселке. Как это ни тяжело, но придется порыскать среди барханов и дюн.

— Что мы там найдем, в этих песках? Пару живописных барханов? — тут же занял вездеход. — Тоже мне невидаль.

— Может быть, именно там мы отыщем разгадку этой странной истории, — отрезал я. — И наверняка — мой очешник. Я забыл его у второго космического корабля. Кажется, уронил в какую-то яму.

Вот вам и роль случайности в истории. Она, как мы сейчас убедимся, весьма велика.

Потому что в яме (или даже норе) у самого корабля, обвившись вокруг очешника, лежал гигантский пескожил, одетый в комбинезон венерианского космофлота. Впрочем, что-то подобное я и рассчитывал там увидеть, только не говорил вездеходу. И даже шлем-для-вождения-безрук снял, чтобы всепогодник не читал мои мысли и раньше времени не дрейфил.

— Как? Как вы здесь оказались? Что произошло? — засунул нос в яму вездеход.

— Вначале, — затынул червяк нараспев, — были только песок и пескожилы. И было это неплохо. Но потом появился Вечноголодный Нелетающий Спараюки, одетый в белые перья. Он преследовал пескожилов, Спараюки с алмазным клювом и бездонным желудком.

— Гордые пескожилы никогда не покинули бы планету ради горстки галактических шиллингов, — так сказал червь, посмотрев очень строго. — Но он нас преследовал.



ФАНТАСТИКА

Единственное спасение от Вечноголодного, это как можно глубже закопаться во влажный песок.

Естественно, это у нас в крови, хотя тысячи и тысячи лет не было и слуху о Прожорливом, Белопером.

Да, это уже больше, чем правило. Это наша природа. Натура. Нутро, против которого не попрешь.

Чуешь, что дело плохо, — зарывайся в грунт и вылезай, когда опасность исчезнет.

Никто не назовет пескожила трусом, не пожалев об этом весьма и весьма скоро, но есть такие вещи, которые... — Тут червь встопорчил надбровные щитки. Было слышно, как нервно постукивают в темноте норы гремучки на его хвосте. — Я как раз выводил корабль из гиперпрыжка, когда кто-то под самым моим слуховым оконцем сказал: «Спараюки!»

Конечно же, позабыв о плазменных рукавицах, я в ужасе поспешил закопаться. В пол своей каюты. Тут же провалился в трюм, продолжал рыть и там. А дальше — не помню.

Естественно, теперь-то я буду держать себя в руках, и впредь такое не повторится. В противном случае прошу принять мою отставку, — так сказал капитан венерианского космофлота, пожилой, суровый пескожил.

— Так во-о-от в чем дело! — догадался я. — Вот так совпадение! И вот кто разрывал обшивку корабля изнутри! И нет бы им всем предположить, что речь идет о кончине этого самого Спараюки! И почему всякое живое существо, даже двенадцати метров росту не считая хвостовых щетинок, не верит в лучшее?

— Я! Я верю в лучшее, — подбодрил меня вездеход. (Я конечно же уже надел шлем, и всепогодник легко читал все мои мысли.) — Когда-нибудь наступит счастливый день. На мирный труд в поля выйдут, как братья, и внедорожник, и легковик, а детская коляска будет резвиться в тени гигантского комбайна.

— Кажется, я знаю, где в это время будет космическая станция «Гуттенберг», — пробормотал я. Но все же улыбнулся. И даже нехорошо так, коварно улыбнулся.

Потом наклонился к яме и шепнул: «Спараюки!»

Пескожил взвизгнул и ввинтился в горную породу так, что через минуту из-под земли хлынул фонтан глубоководных артезианских вод.

А вездеход сразу влез под струю и стоял там, пофыркивая...

— Покупаем красного коня? Трогательно и живописно! — заметил кто-то, подобранный к нам неслышно и незаметно.

Кстати, вот вам верное доказательство того, что спрятать космический корабль в пустыне на малообитаемой планете совершенно невозможно. Сразу набегит толпа зевак, кто-нибудь снимет и утащит всю обшивку, кто-нибудь застрянет в орбитальном лифте, а остальные будут



ФАНТАСТИКА

слоняться у корабля просто так, бездумно, фотографируясь на его фоне и ломая голову над вопросом, на кой он им сдался.

— Спарауки, — повторил я от неожиданности и приподнял шляпу.

— Со-о, мо спарауемо марсиано! — расплылся в улыбке незнакомец, по виду богатый турист. Такие встречались в местных песках. Искали кости гигантских вымерших куриц, монеты времен Великого Пескожила. Теперь вот, видимо, разбитые венерианские корабли.

— Вы говорите по-марсиански? — удивился я.

— Да, — ответил тот. — Все детство провел на берегу одного из тамшних каналов. Прекрасное место, чудесный климат. — Тут он оскалил два ряда острых зубов, красно-бурых, как кирпичная кладка. — Но покупать партию марсианских игральных карт все равно не буду! Даже если на этой неделе цена на них упала до двух галлактических шиллингов за тонну. — Путешественник прикурил от золоченой зажигалки, затянулся и пустил к небу белую струйку дыма. — Вообще, при нынешнем развитии геодезии игра в марсианские карты давно уже потеряла свою привлекательность для по-настоящему азартного человека.

Он достал из жилетного кармана серебристый портсигар, задумчиво посмотрел на него и упрятал обратно в карман. Видно было, что тема разговора его сильно взволновала, и требуется пауза, чтобы успокоиться.

— Я сразу кладу трубку, когда слышу, что говорят по-марсиански. Но они наловчились прозваниваться даже туда, где вовсе нет телефона! — продолжал путешественник. — Представьте, сию себе недавно на берегу моря, любуюсь закатом. Волны набегают на берег. Музыка чуть слышная играет вдали. Легкий ветерок шевелит страницы книги. Поднимаю с песка раковину. Перламутр, белизна. Прикладываю к уху. Сначала шум моря, а потом «Ксиолото-нда! Соторопого галактические шиллинг фо котонозо...». Я ее тут же с размаху в море. Но вечер! Вечер безнадежно испорчен!

Мы с вездеходом переглянулись и решили, что дело можно считать закрытым. Нам все было ясно...

— И что же теперь будет? — воскликнул часом позже шериф, разливая по чашкам свой знаменитый почти-настоящий-чай. Вездеход-всепогодник тут же вылакал свою порцию и теперь сидел, умильно глядя на чайник и время от времени смущенно икая. Да, у лопухового чая была такая вот неприятная особенность. Он приводил к неудержимой икоте. Зато по вкусу напоминал спитой земной чай, листовых, конечно, сортов. — Марсианская реклама вездесуща. Пескожила заполонили школы космонавтики. Получается, что корабли теперь будут падать и падать?

— Смекалистый человек легко найдет решение любой проблемы, — начал я уныло, но тут меня прямо-таки оза-

рило. — И в самом деле! Я буквально вижу чудесное средство, вот здесь, в вашей комнате! Стоит его применить, и ни один космонавт не вздумает пугаться чего бы то ни было. Даже если из глубин космоса выплывет Гигантский Дремлющий Осьминог. Даже если мимо пронесется международная космическая станция «Гуттенберг», которой, по легендам, суждено упасть на головы обывателей ровно за семь минут до конца света. Храбрость льва — так это принято называть на некоторых планетах.

— Ну же, ну, говори! — отодвинули в сторону чашки шериф и вездеход.

— Все очень просто, — усмехнулся я. — Все дело в психологии живых существ, и только в ней. Простейшее и известнейшее средство излечить икоту — это испуг. Но такова природа любого разумного: тот, кто знает, что его — для его же пользы! — будут пугать, ничем не испугается, как ты ни старайся. — Я строго посмотрел на вездеход и шерифа. — А если кого-то раздражает капитанская икота, то на корабле никого насильно не держат. Капитану же она, может быть, вполне по душе. И главное, нечего его пугать, капитана. Он сам кого хочешь испугает и вылечит от чего угодно. — Я расправил плечи, как будто на них красовались погоны венерианского космолетчика. — То-то, детишки.

Да. Сила страха... В сущности, панический ужас способен возникнуть на пустом месте. Важно, чтобы это было довольно-таки зловещее и подозрительно пустое место.

Противопоставить же разрушительной силе страха можно только созидательную силу ума.

И так уж получилось, что умом на той планете мог похвастаться только я.

Нет, конечно, многие были и поумнее. Но просто они оказались не из хвастливых. А я, кроме того, еще и отлично знал человеческую натуру. В сущности, натуру любого живого существа, с хвостовыми щетинками или же в белоснежных перьях.

Заключение, которое автор помещает здесь потому, что всякая детективная история должна заканчиваться заключением. Длительным. Иногда пожизненным. Но в данном случае заключение будет кратким

— Ну, вот и все, — говорит Фоксельтас Свиттер, отирая рот рукавом и осторожно стряхивая с рукава крошки. — Вскоре после этой истории я, по случаю, на какой-то, как говорится, марсианской сезонной Ксиолото-нда купил подержанный космический корабль и покинул Планету Песков... Но сердце мое, — Фоксельтас вздыхает и смотрит на потолок едадни, — навеки осталось там.

— И это чистая правда, — ехидно замечает из своего угла Маруко, маленький робот-штамповщик.



Научный совет РАН по научному приборостроению, Компания "И. Джей Краузе & Эсоушиэтс"

при поддержке:

Российской академии наук,
Российского фонда фундаментальных исследований,
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

приглашают Вас принять участие
во 2-ой Международной специализированной выставке
приборов и оборудования для научных исследований
"SIMEXPO - Научное приборостроение - 2008"

которая будет проходить
с 13 по 15 октября 2008 года
в МВЦ "Крокус Экспо", г. Москва
1 Павильон, Зал № 1

Сайт выставки: www.simexpo.ru

 **SIMEXPO**^{'08}
Scientific Instrument Manufacturing

13 - 15 октября, 2008
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», г. Москва

www.simexpo.ru

На выставке будут представлены:

- Измерительные, испытательные, аналитические и лабораторные приборы, оборудование и системы для научных исследований:
 - В области физических наук
 - В области химических наук
 - В области биологических наук
 - В области биотехнологии
 - В области медицинских наук
 - В области экологических наук
 - В области геологических наук
 - В области сельскохозяйственных наук
 - В области информатики
 - В области экспериментальной механики
 - В области нанотехнологий
 - В космических исследованиях
- Научное и технологическое оборудование
- Контрольно-измерительные приборы и оборудование
- Средства автоматизации и интерпретации научных результатов
- Компоненты и материалы для производства приборов, оборудования и систем

Приглашаем все предприятия и организации, заинтересованные в развитии данной отрасли, в продвижении своей продукции на внутреннем и внешнем рынках и установлении деловых контактов и партнерских отношений принять активное участие в выставке

"SIMEXPO - Научное приборостроение - 2008"!



Для получения информации обращайтесь в Оргкомитет выставки:
Россия, г. Москва
Тел. + 7 499 135-12-47, 135-12-46
Эл. Почта: from@simexpo.ru

Клубника

Правда ли, что клубника – на самом деле земляника? Клубника – это бытовое название некоторых видов земляники. Клубникой иногда называют землянику мускусную, дикорастущую ягоду из Западной Сибири, землянику зеленую и, конечно, культурную землянику ананасную, множество сортов которой украшает наши грядки и заполняет прилавки рынков и магазинов.

Откуда взялась земляника ананасная? Того растения, которое мы привыкли называть клубникой, в диком виде никогда не существовало. Клубника – гибрид двух видов американской земляники, однако встретились эти виды в Европе.

В 1624 году в Старый Свет из Северной Америки привезли землянику, дающую необычайно крупные, ароматные и вкусные ягоды. Уже к началу XVIII это растение перестало быть редкостью в садах богатых людей, а французский ботаник Дюшез, специалист по земляникам, дал ей название «земляника виргинская», поскольку она в изобилии росла в штате Вирджиния.

В 1714 году по Чили путешествовал французский офицер Фрезье, который посчитал своим долгом доставить на родину тамошнюю крупноплодную землянику. С огромными трудностями он довез до Европы пять растений (вояж длился полгода). В конце концов они попали все к тому же ботанику Дюшезу, который назвал новый вид земляникой чилийской. Но, увы, чилийская земляника – двудомное растение, а все пять привезенных экземпляров оказались женскими и не давали плодов. Пока земляника чилийскую безуспешно пытались оплодотворить пыльцой европейских видов, ее самопроизвольно опылила земляника виргинская, растущая на соседней грядке. В результате получился замечательный крупноплодный гибрид, давший начало тысячам сортов земляники ананасной. Конечно, в дальнейшей селекции участвовали и европейские сорта земляники, однако начало было положено на огороде Дюшеза, за что ему огромное спасибо.

Когда клубника появилась в России? В России земляника ананасная впервые появилась в XVII веке, в измайловских садах царя Алексея Михайловича – великого любителя всяких новшеств в области садоводства и огородничества. Тем не менее до середины XX века эта культура большого распространения не имела. Россияне ели лесную землянику, собранную в родных лесах.

Ягода ли клубника? В каждом цветке клубники много пестиков, и после оплодотворения из каждого развивается плод. Поэтому с ботанической точки зрения у клубники не плод, а соплодие. Называется оно многоорешек. У представителей рода земляника орешки сидят на разросшемся мясистом цветоложе. Но если земляника ананасная для нас клубника, то почему бы не называть многоорешек ягодой?

Чем полезна клубника? В клубнике-землянике масса полезных веществ. Она содержит так необходимые нашему организму фосфор, фтор и йод. И конечно же витамины – В, С, Е и многие другие. Кстати, по содержанию витамина С клубника опережает лимон и уступает лишь черной смородине. Кроме витаминов, в клубнике есть множество металлов в легко усваиваемой форме: железо, марганец, калий, кальций, медь, кобальт, молибден. По содержанию кальция клубника лидирует среди фруктов и ягод. Много в ней и фолиевой кислоты, необходимой для синтеза гемоглобина. Некоторые специалисты советуют в сезон «заряжаться» этой кислотой на месяцы вперед для профилактики малокровия. Еще в плодах клубники есть 1,5% ценных органических кислот – яблочной, лимонной, салициловой, а также флавоноиды, пектиновые и дубильные вещества. И сахара, конечно, в основном глюкоза и фруктоза.

Говорят, что клубника помогает при подагре. Так ли это? Рассказывают, что ботаник Карл Линней ел клубнику часто и помногу и в результате излечился от подагры. А Владимир Солоухин в своей книге «Третья охота» описывает случай, как родственник его жены долго мучился болями в печени. Никакие лекарства не помогали. И тогда он уехал в деревню на весь земляничный сезон и съедал около двух килограммов земляники в день. После чего о болезни забыл. А вообще, клубника хороша при болезнях почек, органов дыхания, гипертонии, артериосклерозе, нарушениях солевого обмена. Так что в летний сезон ешьте побольше клубники-земляники, запасайтесь витаминами.



Но разве можно запастись витаминами впрок? Действительно, бытует мнение, что запастись витаминами нельзя. Это не совсем так. Водорастворимых витаминов – С и группы В – за лето и осень можно запастись на три-четыре месяца. Израсходуются они как раз к весне. Вот почему мы говорим о весеннем авитаминозе. А вот жирорастворимых витаминов – А и D – можно запастись на год и даже на два.

Почему клубника красная? Это заслуга красно-фиолетового пигмента пеларгонидина, производного витамина Р. Поэтому чем краснее клубника, тем больше витамина Р она накопила. Богата клубника и фолиевой кислотой (желтым пигментом), и, конечно, красными пигментами антоцианами.

Чем пахнет клубника? По данным научных исследований, клубника содержит более 50 ароматических веществ, в том числе ацетон, ацетальдегид, метилбутират, этилкапроат, гексиллацетат, метанол, акролеин и кротоновый альдегид. Большинство этих веществ по отдельности пахнут отвратительно. Более того, метанол, ацетон и кротоновый альдегид – сильнейшие яды. Однако в плодах клубники они присутствуют в ничтожных количествах, а их сочетание создает незабываемый аромат. Вы, конечно, замечали, что сорванная клубника, которая лежит в миске на столе, пахнет сильнее, чем на грядке. Происходит это потому, что клубника – маленький химический реактор, который продолжает работать даже тогда, когда ягода сорвана. В ней по-прежнему протекают сотни, тысячи химических реакций, которые производят в том числе и пахучие вещества. Кстати, приятные запахи очень полезны для здоровья, поскольку благотворно влияют на наше настроение и самочувствие.

С какими продуктами клубника лучше всего сочетается и почему? Что может быть вкуснее мороженого со свежей клубникой? Вкус этого блюда так хорош, потому что оно отлично сбалансировано по питательным веществам. В нем белки и жиры мороженого дополняются витаминами, углеводами, микроэлементами и пищевыми волокнами клубники. Такая смесь, попав на вкусовые рецепторы языка, пробуждает активность всех групп ферментов, которые начинают работать в унисон, как певцы в хорошем хоре. Подойдет клубника и в качестве дополнения к другим жирным блюдам. Скажем, клубничный десерт после жирной трапезы. Дело в том, что кислоты, входящие в состав клубники, ускоряют и облегчают жировой обмен. Исходя из химического состава клубники и принципа сбалансированности питания, можно предположить, что клубника будет хороша и с мясом. Так что пробуйте, ешьте клубнику во всех сочетаниях, даже самых необычных. Главное, чтобы вам было вкусно и чтобы не было аллергии на эту ягоду.

Почему клубника вызывает аллергию? Клубника, безусловно, высокоаллергенный продукт, но, как это часто бывает с растениями, указать конкретное вещество, ответственное за такое досадное свойство, трудно. Многие биологи считают, что аллергию вызывают красящие вещества клубники – антоцианы. Специально по такому случаю выведены белоплодные сорта клубники, которые, правда, несколько уступают красным по содержанию полезных веществ. Аллергию могут вызывать и органические кислоты, салициловая и аскорбиновая, которых в клубнике довольно много.

Кроме пищевой аллергии, клубника вызывает еще одно похожее состояние – пищевую непереносимость. Оно возникает при чрезмерном употреблении продуктов, богатых гистамином. Гистамин расширяет капилляры и делает их стенки проницаемыми; это благодаря его действию у нас при аллергии краснеет кожа и набухают слизистые оболочки. В клубнике гистамина нет, но она способствует его усиленному синтезу в организме.

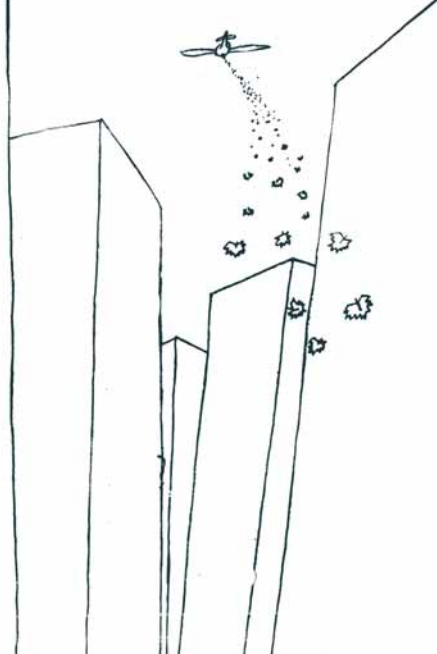
Какая земляника растет в Старом Свете? В лесах Европы и Западной Сибири растет земляника лесная. В Средние века, до завоза американских крупноплодных форм, ее выращивали в садах европейских вельмож. В Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Китае и Монголии лесную землянику замещает близкий вид – земляника восточная, внешне трудноотличимая от своей западной сестры. В европейской части России и в Западной Сибири растет земляника мускусная, с малиновыми или беловато-розовыми ягодами. А на сухих прогреваемых лугах, на опушках и в светлых лесах встречаются заросли клубники (или земляники) зеленой. Ареал этой ягоды – Южная Сибирь, Кавказ, Казахстан, Средняя Азия и Европейская Россия. Ее плоды, зеленовато-белые и краснеющие лишь на верхушках, имеют более сладкий вкус и тонкий аромат, чем у земляники лесной. Но собирать их труднее, потому что они плохо отделяются от чашечки.

Л.Викторова

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Художник Е. Станикова





Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Лед небесный

Совсем недавно самыми тяжелыми природными объектами, которые падают с неба на землю, были метеориты. Однако с начала тысячелетия к ним прибавились новые — огромные глыбы льда, вес которых исчисляется килограммами. Например, 13 марта 2007 года такая глыба весом в десять килограммов пробила крышу на фабрике в испанском поселке Мехорато-дель-Кампо под Мадридом. Всего же с 2001 по 2008 год в Испании куски небесного льда падали девять раз, а во всем мире — более семидесяти раз. Причем везде — и в знойной Австралии, и во влажной Индии, и в прохладной Швеции. То есть буквально за десятилетие это явление перестало быть уникальным и стало повседневностью, с которой нам придется жить дальше.

Среди ученых сразу же разгорелись споры, откуда берутся эти глыбы и как их называть. Сторонники внеземного происхождения небесного льда считают их аэролитами. Противники этой гипотезы, объясняющие явление поведением атмосферы планеты, называют их мегакриометеорами. Есть и сторонники искусственного происхождения льда, которые считают, что они отваливаются от самолетов, обледеневших при полете на большой высоте или просто сливающих воду. Кто-то вообще считает это чьим-то хулиганством. Метеор, найденный в Мехорато-дель-Кампо, прояснил этот запутанный вопрос.

Дело в том, что работники фабрики сразу же обратились в испанскую Национальную гвардию, ее сотрудники примчались, собрали ледяные обломки и быстро заморозили. В результате образцы попали в руки исследователей из мадридского Центра астробиологии и криминалистической лаборатории Национальной гвардии. Они расплавили образцы, проанализировали их химический и изотопный состав и пришли к выводу, что ни хулиганы, ни самолеты тут ни при чем — в образцах не было ни малейших следов органики или металла. Зато состав вполне соответствовал дождевой воде. «Совершенно очевидно, что мегакриометеоры образуются в тропосфере, — говорит астробиолог Мартинес Фриас. — Нам непонятно, как такие глыбы могут висеть в воздухе и дорастать до столь огромных размеров, но факт остается фактом — они падают. Возможно, их образование связано с аномальным поведением ветров и влажности в тропопаузе. Если это так, то, значит, мы сталкиваемся с очередным свидетельством глобального изменения климата на Земле».

С.Анофелес

...в Интернете появился новый тип услуги: онлайн-сервисы, такие как «Google Scan» или «Wolrd Wide Telescope» от «Майкрософт», позволяют любому желающему разглядывать звездное небо с таким разрешением и в таком широком диапазоне длин волн, которые прежде были недоступны астрономам-любителям («Nature», 2008, т. 428, № 7194, с.428)...

...к концу сентября 2007 года планеты были обнаружены у 229 звезд, причем у 26 — более одной; общее число известных внесолнечных планет достигло 252 («Земля и Вселенная», 2008, № 2, с.98—105)...

...исследованы микроскопические кратеры на поверхности медной пластины, экспонировавшейся на борту космической орбитальной станции «Мир», и в некоторых из них найден углерод («Физика и химия обработки материалов», 2008, № 2, с.28—31)...

...в программу российской спутниковой навигации ГЛОНАСС внесены изменения: теперь предполагается, что на орбите будут работать 24 основных и шесть резервных космических аппаратов («Сети/Network world», 2008, № 5, с.32—33)...

...наночастицы оксида кремния, структурно подобные бактериальным полисахаридам, можно использовать для адресной доставки веществ к корням растений («Проблемы региональной экологии», 2008, № 1, с.118—121)...

...государственная корпорация «Роснотех» считает, что нанотехнологии — это «методы и приемы, позволяющие целенаправленно работать со структурами в диапазоне от 1 до 100 нм для получения объектов с принципиально новыми физическими, химическими или биологическими свойствами» («Экологический вестник России», 2008, № 5, с.25)...

...если у зебровой амадины разрушить определенные участки мозга, то птичка забудет песни, типичные для взрослых особей, но будет издавать такие же звуки, как маленький птенец («Science», 2008, т.320, № 5876, с.630—643)...

...генная терапия спасает от слепоты людей с врожденным амврозом Лебера —



редким заболеванием, при котором отмирают клетки сетчатки глаза («New Scientist», 2008, т.198, № 2654, с.6)...

...при протезировании брюшной стенки, например после удаления грыжи, интенсивность воспаления зависит от характера переплетения полотна, из которого выполнен протез («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2008, т.145, № 5, с.582—587)...

...митохондриальный геном более уязвим для повреждающих агентов, чем ядерный («Генетика», 2008, т.44, № 4, с.437—455)...

...при недостатке питательных веществ клетки, чтобы выжить, избирательно «поедают» собственные рибосомы — машины белкового синтеза («Nature Cell Biology», 2008, т.10, № 5, с.505—507, 602—610)...

...пища человека должна включать свыше 20 тыс. компонентов растительного, животного и микробного происхождения («Сельскохозяйственная биология», 2008, № 2, с. 20—25)...

...ученые рассматривают предпочтительный выбор неправильного образа жизни как мягкую форму личностного расстройства «Медицинская генетика», 2008, № 3, с. 3—12)...

...по данным НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков НЦЗД РАМН, в настоящее время свыше 40% детей шести-семи лет являются «школьно незрелыми», что в три раза больше, чем в 1970-е, и в два раза больше, чем в 1980-е годы («Экология человека», 2008, № 4, с.19—22)...

...подходящим местом для развития в ходе эволюции конечностей у амфибий могли стать полузатопленные лабиринты в земле или между растениями: именно в таких местах короткие лапки особенно хорошо помогают передвижению («Журнал общей биологии», 2008, т.69, № 2, с.118—129)...

...ни один банк, интернет-магазин или провайдер не запрашивает имя или пароль клиента по электронной почте — это делают только мошенники («Мир ПК», 2008, № 5, с.74—78)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Очки Гарри Поттера

Заставить ребенка впервые надеть очки нелегко. «Все надо мной будут смеяться», — говорит он и бросает этот полезный оптический прибор в дальний угол, предпочитая разглядывать мелкие предметы прищуренными глазами. А зря. Например, в США время, когда человека в очках дразнили «очкариком» или «четыреглазым», прошло. Во всяком случае, о явном изменении мнения детей свидетельствует недавний опрос, который провели ученые Огайского университета во главе с Джеффри Уоллином («Ophthalmic and Physiological Optics», май, 2008).

В опросе принимали участие 42 девочки и 38 мальчиков в возрасте 8—10 лет, причем очки носил каждый третий из них. Им показали 24 пары рисунков, в каждой из которых было изображение ребенка в очках и без очков, и попросили ответить на нехитрые вопросы: с кем бы ты хотел играть, кто выглядит лучше, кто более правдив, лучше занимается спортом, более застенчив. И две трети детей ответили — лучше выглядит тот, кто носит очки. Кроме того, 57% считали, что человек в очках еще и более правдив. А вот на выборе товарища для игр очки никак не сказывались, тут имел значение пол нарисованного человечка: мальчики предпочитали играть с мальчиками, а девочки — с девочками. Естественно, представители противоположенного пола оказались и более застенчивыми.

«Наверное, тот факт, что средства массовой информации сделали очки одним из символов интеллекта, сыграл свою роль в появлении такого стереотипа у детей», — говорит руководитель работы.

Впрочем, не исключено, что это дело рук Джоан Роулинг. Какая главная особая примета симпатичного героя ее многотомной саги про волшебников, кроме шрама на лбу? Правильно, очки. А дети, которые родились накануне нового века, с раннего возраста живут в мире, в который пришел Гарри Поттер.

А. Мотыляев



Двое умных, а третий...

Итак, на дворе лето, юные птенчики вылетают из гнезд, а рядом с кошками, поджидающими легкой добычи, вертятся котята. И мы поговорим по этому случаю о любви родителей к детям.

Как мы уже выяснили, эта любовь наблюдается не у всех. Большинство беспозвоночных, рыб, амфибий и рептилий с детьми не нянчится: икринки либо яйца предоставлены собственной судьбе, в лучшем случае родители обеспечивают им укрытие и запас пищи. Но, как говорил Казанова в поэме М. Цветаевой, «посев обильный не всегда увенчан жатвой». Многие птицы и млекопитающие отдают предпочтение другой стратегии: сравнительно небольшое количество яиц или детенышей, зато максимум родительского внимания, которое, в свою очередь, обеспечивает максимальное выживание потомства.

А.Н.ЖИХАРЕВОЙ, Волгоград: *В соке папайи содержится фермент папаин (можно встретить написание «папайн»), это пептидгидролаза, расщепляющая связи между аминокислотами в белках, именно поэтому папайя делает мясо мягким; хорошо это или плохо, зависит от ваших гастрономических пристрастий.*

Б.Г.ШЛАФМАНУ, Санкт-Петербург: *Ушную серу вырабатывают не бактерии, а железы наружного слухового прохода; эта сера, наоборот, подавляет рост бактерий, однако в условиях высокой влажности, например при попадании воды в ухо, она не может помешать размножению синегнойной палочки Pseudomonas aeruginosa, вызывающей отит.*

Д.М.ФЕДИНУ, Курск: *Стафилококковый энтеротоксин в самом деле рассматривался в США в качестве отравляющего вещества, но не смертельного, а временно выводящего из строя (инкапситаанта).*

А.Д.ГАЛКИНОЙ, Москва: *Фраза «L-карнитин — необычайно популярная заменимая аминокислота, которой приписываются свойства фантастического жиросжигающего средства и средства, поддерживающего сердечную мышцу и иммунитет» не совсем точна — он действительно участвует в окислении жирных кислот и оптимизирует работу мышц, но это не аминокислота, а гамма-триметиламино-бета-гидроксипропанат $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COO}^-$; он известен также как левокарнитин, витамин B_{11} или B_m .*

В.И.БОБРОВУ, Орел: *Есть проверенный способ отмыть изнутри бутылку или колбу сложной формы от мягкого осадка или налета на стенках — насыпьте в нее речного песка или крупы (например, гречки), залейте водой с моющим средством и трясите до результата.*

И.ИЛЬИНУ, Москва: *Действительно, с грелкой в № 2 у нас вышла ошибка: грелка с соленой водой должна остывать быстрее, чем с пресной, потому что ее теплоемкость ниже.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *Еще раз обращаем внимание тех, кто собирается писать нам «бумажной» почтой, что у редакции новый адрес — 125047, Москва, Миусская площадь, д.9, стр.1, «Химия и жизнь»; в виртуальном же мире все осталось по-прежнему: redaktor@hij.ru, www.hij.ru.*



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Американский эволюционист и социобиолог Роберт Трайверс в 1972 году ввел понятие «родительский вклад» — количество благ, которое родитель уделяет детенышу (отрывая от себя и других сыновей и дочек). При этом распределение благ между братьями и сестрами далеко не всегда бывает справедливым. Реже кормить ребенка, который «хуже» остальных по каким-либо признакам, например мелкий или тихо пищит, — для зверя или птицы нормально. Если шансы на то, что этот конкретный детеныш выживет и передаст свои гены потомкам, невелики, лучше не вкладывать в него ресурсы, а поставить на других, чьи шансы выше. Чистая экономика.

В какой-то мере это касается и людей. В разных обществах этнологи наблюдали манипулирование родительским вкладом, то есть любимчиков и паршивых овец в семье. Там, где патриархат и полигиния, родители зачастую луч-

ше заботятся о сыновьях, чем о дочерях. (Об этом для «Химии и жизни» подробно писала М.Л.Бутовская.) Причина понятна: сын, взяв две-три жены, принесет куда больше внуков, чем дочь, но если он вырастет слабеньким и никчемным, все женщины достанутся другим и внуков не будет вообще. В группах, статус которых ниже, чем у окружения (например, у кенийского племени макогодо, но аналогичные примеры можно найти в Европе или США), напротив, обычна ситуация, когда вся забота достается дочери. И тоже понятно почему: у дочери есть шанс выйти замуж за богатого, тогда как за бедного парня девушка из хорошей семьи точно не пойдет.

А как насчет старших и младших? С точки зрения биологии подросший детеныш более ценен, чем новорожденный: сколько в него уже ресурсов вложили, обидно, если они пропадут. На современный взгляд это кажется дикостью,

однако даже просвещенным европейцам XVIII века такая постановка вопроса еще была понятна. Подросток — это маленький взрослый, член семьи, а что касается новорожденного, одному Господу известно, суждено ли ему выжить. Конечно, нельзя сказать, что тогдашние отцы и матери не любили своих маленьких детей, но смириться с утратой младенца могли гораздо легче. Главным же было обеспечить старших.

К счастью, человеческое понятие о справедливости не выводится из законов природы. Недаром в любой стране, как только сказочник произносит: «И было у него три сына», — слушатели наперед знают, который из троих женится на принцессе. Даже если доставшийся ему родительский вклад состоял из одного кота и пары старых сапог.

Е.Котина

**2-я выставка
«Международная
химическая ассамблея –
ICA-2008»**



1 - 3 октября

www.ica-expo.ru

Россия, Москва,
Центральный
выставочный
комплекс
«Экспоцентр»

Организатор:
ЗАО «Экспоцентр»
при содействии
ЗАО «Росхимнефть»

**Официальная
поддержка:**
- Министерство
промышленности
и энергетики РФ
- Российский
Союз химиков



123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14
Тел.: (495) 255-37-94, 255-37-38
E-mail: chemica@expocentr.ru,
mezvist@expocentr.ru
www.ica-expo.ru,
www.expocentr.ru